# 2. Les services rendus par les espaces de nature des villes

*Les aménités qu'offre la nature en ville sont fonction du regard qu'on lui porte : le citoyen perçoit la nature proche en fonction de ses propres besoins ou de ses craintes, l'environnementaliste s'intéresse à ses fonctions biologiques et écosystémiques, l'aménageur cherche à l'utiliser comme élément structurant l'espace ou comme infrastructure naturelle.*

*La nature en ville dispense des aménités au citadin. Elle améliore son cadre de vie, lui procure des lieux de promenade, de pratiques sportives de plein air, un refuge contre le bruit, le stress, la pollution et la possibilité de cultiver un jardin familial. Elle remplit une fonction éducative en sensibilisant les enfants (et les adultes) à la vie sauvage. Ces services d'agrément présentent une contrepartie économique qui ne peut être négligée, en tant que contribuant à l'attractivité de la ville, à sa valorisation touristique. Les coûts de plantation, d'entretien… peuvent être estimés, mais les bénéfices et aménités sont difficilement chiffrables. L'analyse par les services rendus permet de préciser les aménités pour chacun des publics. C'est l'approche que nous avons retenu pour répondre à la question « La nature en ville contribue-t-elle à la préservation de l'environnement ? » Cela suppose peut-être d'aborder la question sous une forme plus restrictive : « En quoi elle atténue ou elle répare les pollutions d'origine urbaine ? »*

## *2.1 Les services sociétaux et socioculturels*

« *À quelques exceptions près, les villes ne représentent pas d'enjeu majeur pour la gestion de la vie sauvage. Il existe en revanche un fort enjeu d'éducation, de sensibilisation à la nature des enfants et de certains groupes de la population par différents moyens, allant de la promenade commentée à la pratique du jardinage dans les jardins familiaux ou partagés. Il s'agit d'ouvrir le citadin à d'autres façons d'appréhender la nature* », Jacques Moret, MNHN.

« *La Nature est à la fois source de services physiques et de plaisirs esthétiques, mais aussi de valeurs intrinsèques et morales* », Chevassus-Au-Louis, MNHN[17].

### 2.1.1 Le bien-être des particuliers

La nature en ville apporte avant tout un agrément aux habitants. L'embellissement par les plantes est une motivation importante qui continue à faire écho à l'esthétisme du XIX$^{e}$. La diversité des formes, de styles, d'harmonies contribue à la détente et suscite l'intérêt du citoyen. La réussite du concours des villes fleuries, le fleurissement des balcons et l'essor des jardineries témoignent de cet intérêt. La proximité avec la nature est un élément important comme le rapporte l'enquête d'opinion menée par le Grand Lyon : certains espaces ont un rôle intéressant pour les habitants. Les squares de proximité sont les espaces verts les plus plébiscités pour les promenades journalières ou la détente.

On trouve dans l'urbanisme végétal des compositions régulières et irrégulières[18]. Ce caractère composite crée des espaces différenciés qui permettent aux citadins de choisir le cadre correspondant le mieux à leurs inclinaisons ou tout simplement à leur humeur. Mails, cours, avenues, jardins ou parcs, squares, promenades plantées, créent des ambiances et des usages différents, y compris au cours de la journée.

[17] « Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes », p.155 - Rapport du groupe de travail présidé par Chevassus-Au-Louis - 2009

[18] « Paysage, paysages », p.131, Jean-Pierre de Monza - 1995

L'effet bénéfique et apaisant des jardins et de la verdure en général est reconnu[19]. En milieu hospitalier, différents travaux scientifiques soulignent la baisse d'anxiété, de stress et d'humeur dépressive lorsque les patients bénéficient de la présence d'un cadre de jardins et d'espaces verts. La simple vue d'un environnement naturel aurait un rôle bénéfique et contribuerait, d'après les enquêtes, à atténuer les sentiments d'angoisse du milieu hospitalier, milieu ressenti d'ailleurs comme hostile. Ce constat avait été fait dès 1984 par le géographe américain Roger Ulrich. En milieu chirurgical, une étude rapporte que la durée d'hospitalisation est plus brève et que les patients consomment moins d'antalgiques lorsqu'ils ont vue sur un espace vert. Les commentaires sur leur état de santé seraient également moins négatifs.

L'impact est également positif sur les troubles du comportement comme dans le cas de la maladie d'Alzheimer par exemple. Toutefois, certaines précautions doivent être prises pour la création d'un jardin dans un établissement accueillant des patients atteints de cette maladie (principes établis par Clare Cooper Marcus) : signalisation du jardin, accessibilité, identification des portes, sentiers circulaires sans impasses… Les éléments à impact émotionnel positifs sont souhaitables (éléments faisant référence à la mémoire culturelle, œuvres d'art).

**Les jardins et la maladie d'Alzheimer : Le concept du jardin « art, mémoire et vie » du Centre Paul Spillmann (CHU Nancy).** Projet élaboré par le Docteur Thérèse Jonveaux.

Le jardin a été conçu à des fins thérapeutiques pour favoriser l'autonomie par la reprise d'activités habituelles (marche, habillage) et l'amélioration de la qualité de vie des patients et de leurs aidants. Son objectif est de favoriser les émotions positives, d'accroître la communication entre les patients, leur entourage et les soignants. L'aménagement du jardin repose sur trois grands principes : l'enrichissement sensoriel plurimodal (sons, vision, odeurs, toucher) ; la sollicitation cognitive (mémoire, rythme temporel, échange verbal, reconnaissance visuelle car la gnosie visuelle est fréquente dans cette maladie) ; et les aspects comportementaux et émotionnels (promenade, apaisement, émotions personnelles).

Le concept, piloté par le CHU de Nancy, a été élaboré de manière pluridisciplinaire. Le jardin comporte quatre zones distinctes correspondant à chacun des éléments Terre, Feu, Vent, Eau. L'art est présent. Les espèces choisies dans chaque espace mêlent les plantes familières, rappelant les jardins privés, à des essences plus insolites qui intriguent et suscitent la curiosité.

### 2.1.2 Patrimoine et culture

*Le nombre important de publications, livres et journaux, sur l'art et l'histoire de l'art des jardins montre à quel point ceux-ci sont le reflet d'un patrimoine culturel. La nature est une source importante d'inspiration pour les artistes. L'esthétisme développé avec l'embellissement des villes par les jardins, la conception des alignements d'arbres ou même de leur taille, évoluent avec le temps, avec les influences culturelles. C'est d'ailleurs le ministère de la Culture qui a en charge la labellisation des jardins remarquables.*

#### a- Le label villes et villages fleuris

En 50 ans, le label « Villes et Villages Fleuris » est devenu porteur d'un véritable phénomène de société, tant auprès des élus qu'auprès du grand public[20]. Année après année, ce phénomène s'est amplifié et ce sont aujourd'hui 12 000 villes et villages, près d'un tiers du total des communes, qui présentent leur réalisation au concours des Villes et Villages Fleuris ! Le label a été décerné à 3 657 d'entre elles. Les critères d'appréciation pour évaluer le travail des communes se regroupent en trois catégories :

[19] Exposés lors de la Journée à thème de la SNHF - février 2010

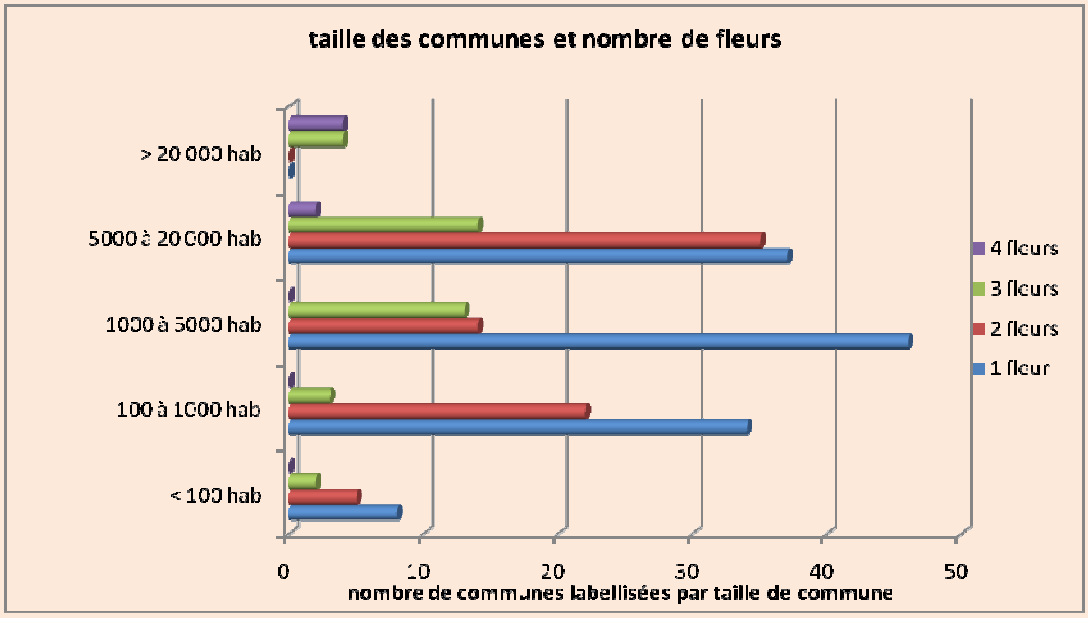
[20] http://www.villes-et-villages-fleuris.com/notevisiteurs.htm

- Le patrimoine paysager et végétal de la commune (arbres, arbustes, fleurs, couvre-sols…), soit 50 % de la note.
- Les efforts faits par la commune pour améliorer le cadre de vie et l'engagement dans les actions de développement durable (respect de l'environnement, propreté, valorisation du bâti…), soit 30 %.
- L'animation et la valorisation touristique (actions pédagogiques, sensibilisation et participation des habitants, promotion…), soit 20 %.

205 communes ont été primées *Quatre Fleurs* en 2009. Elles offrent un fleurissement exceptionnel intégré dans une politique globale d'aménagement.

**Villes et Villages fleuris en Bourgogne**

La labellisation villes et villages fleuris a concerné169 communes en 2009 :
125 ont été primées par 1 fleur, 76 par 2 fleurs, 36 par 3 fleurs et 6 communes par 4 fleurs.




### b- Le label jardin remarquable

Le ministère de la Culture a créé en 2004, avec le concours du Conseil national des parcs et jardins, le **label Jardin remarquable**[21]. Il vise à reconnaître et valoriser des parcs et jardins ouverts au public et bien entretenus. Ce label dépasse le cadre des jardins anciens, protégés ou non au titre des monuments historiques, pour inclure le champ des jardins de création récente. Il est attribué pour cinq ans, est renouvelable et révisable. Les critères pris en compte pour l'attribution sont la composition, l'intégration dans le site et la qualité des abords, la présence d'éléments remarquables, l'intérêt botanique, l'intérêt historique (pour les jardins anciens seulement), la qualité de l'entretien. Ce label procure les avantages suivants : mention dans les documents diffusés par le ministère de la Culture et de la communication, possibilité d'obtenir une signalisation routière, possibilité de prise en compte dans les plans locaux d'urbanisme, possibilité d'obtenir un agrément fiscal, appui du Conseil national des parcs et jardins, du Comité des parcs et jardins de France et de l'association régionale. Le label engage en contrepartie les propriétaires à assurer un entretien régulier de leur jardin, à ouvrir au public au moins 40 jours dans l'année, à participer à une opération nationale les « Rendez-vous aux jardins » ou aux journées européennes du patrimoine, à mettre une information à disposition du public, à apposer la plaque reprenant le logotype du label. Aujourd'hui, 200 jardins bénéficient de ce label en France, 19 en Bourgogne, labellisés par la DRAC (Direction Régionale des Affaires Culturelles).

[21] http://www.parcsetjardins.fr/

### 2.1.3 Le lien social

#### a- Les jardins partagés pour créer du lien entre les habitants d'un même quartier[22]

La relation avec la nature, même urbaine, peut être source de lien social. C'est sur ce concept que ce sont développés les « jardins partagés ». Ce concept, porté par le réseau associatif le Jardin dans tous ses états, date des années 1990. Il s'est inspiré des *community gardens* nord-américains. Le jardin est un lieu de convivialité et d'échanges, un espace « partagé », ouvert au public et qui participe à l'animation de quartier. Ils se développent dans les grandes agglomérations (Paris, Lyon, Nantes…). Pour être accessibles à tout public, ils doivent nécessairement être à proximité d'habitat dense, ou incérés dans les jardins publics, ou encore occuper d'anciennes friches urbaines. La densité des centres urbains oblige à une certaine inventivité. Le nombre important de demandes oblige à créer des parcelles de petite taille sur un terrain disponible. Sur les toits d'immeubles ou dans les friches urbaines, l'aménagement jardinier se fait dans de grands bacs à plantes par exemple.

Les jardins partagés s'inscrivent dans une logique de proximité. Ils permettent de s'initier aux techniques de jardinage, de participer à des travaux en donnant un coup de main à des tâches simples (arrosage, désherbage…). C'est surtout un lieu d'échange de savoir-faire, de matériel végétal (graines, produit de récolte). Ce sont des lieux de dialogue entre cultures, entre générations, qui permettent aux personnes de s'ancrer sur un territoire.

**Le jardin partagé, l'implication des habitants dès la conception**. Témoignage de l'association Pirouette Cacahuète

Le quartier des Noisetiers de Beaune bénéficie depuis octobre 2009 d'un jardin partagé. Le projet est à l'initiative d'Orvitis, bailleur social, avec le soutien de la Ville de Beaune et du Conseil régional de Bourgogne. Il est animé par l'association Pirouette Cacahuète pour rendre acteurs les habitants du quartier. Ceux-ci ont ainsi dessiné les plans du jardin, en ont construit les aménagements (murs en pierres sèches, plantation d'une haie d'essence locale...) et ont commencé leurs plantations. La charte du jardin prévoit la non-utilisation des engrais et pesticides dans un souci de préservation de l'environnement. Les jardiniers se sont structurés en association afin de pérenniser le projet. L'implantation d'une parcelle pédagogique permet au centre social Bretonnières de travailler avec les enfants du quartier. Ce jardin est à la fois un potager avec des parcelles individuelles, et un lieu de vie du quartier : lieu de repos, de discussion, de moments conviviaux et festifs permettant aux habitants de se rencontrer, de se connaître, de se re-connaître...

**Les grandes étapes d'octobre à mai ont été :**

- lancement du projet par une journée festive organisée par Pirouette Cacahuète pour présenter le projet aux habitants, les rencontrer et pour commencer à dessiner des plans de jardins.
- Conception du jardin et sensibilisation aux matériaux écologiques pouvant être utilisés : deux projets de jardins ont été dessinés avec une quinzaine d'habitants.
- Vote par l'ensemble des habitants pour sélectionner l'un des deux projets esquissés.
- Travaux du jardin avec les habitants (construction d'un mur en pierres sèches, plantation d'une haie d'essences locales...)
- Constitution de l'association des jardiniers et démarrage des plantations.

#### b- Les jardins d'insertion sociale et professionnelle : les jardins de Cocagne

Les « Jardins de Cocagne »[23] sont nés à la fin des années 80. Le mode de production est biologique. Ce sont des jardins collectifs à vocation d'insertion sociale et professionnelle, créés à partir d'associations à but non lucratif. Ils accueillent des hommes et des femmes de tout âge, en situation précaire qui rencontrent des difficultés d'ordre professionnel, social ou personnel. L'ambition sociale des « Jardins de Cocagne » est de « lutter contre les exclusions et la précarité en mobilisant les conditions d'un retour à l'emploi durable, chez des femmes et des hommes en difficultés sociales et

[22] Journée à thème de la SNHF - février 2010, Communication Laurence Baudelet, association Graine de Jardins - http://jardinons-ensemble.org/

[23] http://www.reseaucocagne.asso.fr/index.php ; Jardin de Cocagne Mâcon : http://pagesperso-orange.fr/jdc.macon/

professionnelles, dans le cadre d'une activité de travail valorisante » (Charte du Réseau Cocagne). Aujourd'hui, on recense 88 « Jardins de Cocagne », répartis sur l'ensemble du territoire français. En Bourgogne, 3 jardins font partie de ce réseau : les Prés verts à Quetigny (21), Les jardins de la Croisière à Sens (89), et les jardins de Cocagne à Mâcon (71), dans lesquels des partenaires sociaux, du secteur de l'insertion et du secteur agricole sont associés.

À travers la production de légumes biologiques, distribués sous forme de paniers hebdomadaires à des adhérents-consommateurs, ces entreprises permettent à des adultes de retrouver un emploi et de construire ou reconstruire un projet professionnel et personnel :

- apprendre au quotidien les gestes et les comportements propres au monde du travail (travailler en groupe, respecter les horaires et les consignes de travail, être autonome…) ;
- retrouver un rythme de travail régulier et apprendre à structurer son temps ;
- reprendre confiance en soi et en ses capacités par un travail quotidien nécessitant des efforts ;
- redécouvrir les effets bénéfiques et valorisants du travail manuel, du rythme des saisons, de la récolte de ses produits.

Au-delà de l'objectif central de réinsertion professionnelle de personnes exclues du marché du travail, les « Jardins de Cocagne » ont un rôle social beaucoup plus étendu. Les consommateurs sont adhérents à l'association. Ils sont ainsi partie-prenante de la production des légumes qu'ils consomment et apportent un soutien au projet social. Les « Jardins de Cocagne » se situent résolument au cœur de l'économie solidaire et du développement durable.

### 2.1.4 Support pédagogique et sensibilisation à l'écocitoyenneté

« *Réconcilier l'Homme avec la nature : la ville est un cadre pour ça* »[24], Robert Barbaut (MNHN).

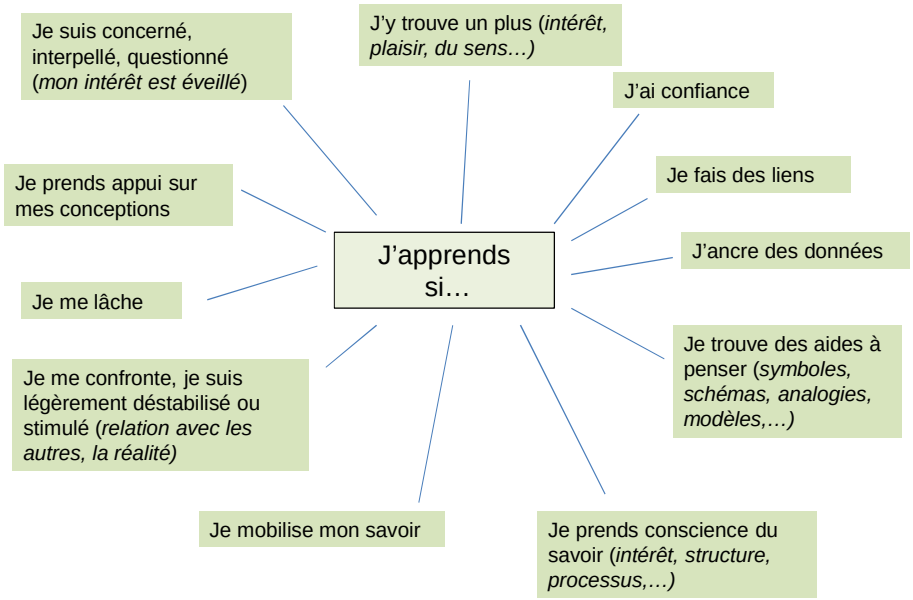
*« La nature en ville est le meilleur moyen pour les citadins et spécialement pour les enfants de découvrir la nature réelle, de percevoir le rythme des saisons.* », Serge Orru (WWF).

*« L'objectif fondamental de l'Éducation Relative à* l'Environnement *(ERE) est d'amener les individus et les collectivités à saisir la complexité de l'environnement, tant naturel que créé par l'Homme - complexité due à l'interaction de ses aspects biologiques, physiques, sociaux, économiques et culturels - ainsi qu'à acquérir les connaissances, les valeurs, les comportements et les compétences pratiques nécessaires pour participer de façon responsable et efficace à la prévention et à la solution des problèmes de l'environnement et à la gestion de la qualité de l'environnement*. » Déclaration de Tbilissi, 1977.

*La nature urbaine ordinaire, de par sa proximité avec les citoyens, est un très bon support d'apprentissage et de sensibilisation aux enjeux de l'environnement, et une porte d'entrée pour l'écocitoyenneté et le développement durable.*

#### a- Les modes d'apprentissages : « je respecte la nature si… »

Francine Pellaud, du LDES de l'Université de Genève, résume les modes d'apprentissages individuels selon le schéma ci-dessous. Ils sont divers et expliquent pourquoi certaines méthodes pédagogiques semblent défaillantes. Ce schéma des modes d'apprentissages individuels s'applique aussi à celui de la nature. Respecter la Nature, c'est la comprendre, et apprendre à la connaître. Dans ce sens, le schéma ci-dessous s'applique aussi à « je respecte la nature si… ».


J'apprends si…
Je suis concerné, interpellé, questionné (*mon intérêt est éveillé*)
J'y trouve un plus (*intérêt, plaisir, du sens…)*
J'ai confiance
Je fais des liens
J'ancre des données
Je trouve des aides à penser (*symboles, schémas, analogies, modèles,…)*
Je prends conscience du savoir (*intérêt, structure, processus,…)*
Je mobilise mon savoir
Je me confronte, je suis légèrement déstabilisé ou stimulé (*relation avec les autres, la réalité)*
Je me lâche
Je prends appui sur mes conceptions

[24] « Quelle biodiversité dans les villes ? » R. Barbaut – Conseil Général 92

### b- Evolution des démarches pédagogiques autour de la nature : l'éducation à l'environnement et au développement durable

En 30 ans, le travail pédagogique des établissements éducatifs est passé de la « pédagogie de l'environnement » à « l'éducation à l'environnement ». Aujourd'hui, il est plus largement appelé « l'éducation au développement durable » [25]. Cette évolution des termes traduit l'évolution profonde du rapport de l'Homme à la nature : l'environnement est passé d'un objet d'observation et d'étude (souvent par la nature extraordinaire, hors de villes), à un support d'apprentissage par l'action (jardinage, construction de cabanes, d'abris à insectes), pour devenir une initiation aux enjeux globaux de la préservation. L'éducation à l'environnement se préoccupe désormais aussi des effets de l'interaction de l'Homme avec son milieu. C'est aujourd'hui une éducation PAR et POUR l'environnement et non plus seulement une éducation à l'écologie. Les démarches pédagogiques s'appuient sur les apprentissages par la pratique pour s'initier au développement durable et à l'écocitoyenneté. La Nature de proximité, ordinaire, est devenue ainsi une composante et un support dans les programmes d'éducation. Le rapport au temps, à travers l'observation des saisons, est primordial.

Les apprentissages de la nature, et de l'environnement en général, facilitent l'évolution des apprenants selon les étapes classiques du savoir (connaissance biologique et des fonctionnements de l'environnement), savoir-faire (comprendre par l'action) et savoir-être (comprendre par la décision). Philippe Mérieu préconise quatre approches complémentaires de l'éducation à l'environnement :

- **L'approche encyclopédique**, qui consiste à inculquer à l'enfant ou l'adulte des connaissances sur l'environnement, les écosystèmes, le vivant…
- **L'approche béhavoriste**, qui permet à l'enfant ou l'adulte d'acquérir les réflexes et les comportements nécessaires à la survie de la planète.
- **L'approche systémique** qui aide l'enfant ou l'adulte à penser le monde comme un système complexe d'éléments en interaction, et dont il fait partie.
- **L'approche critique** qui forme des citoyens à acquérir un sens critique pour être capables de débattre, de résister.

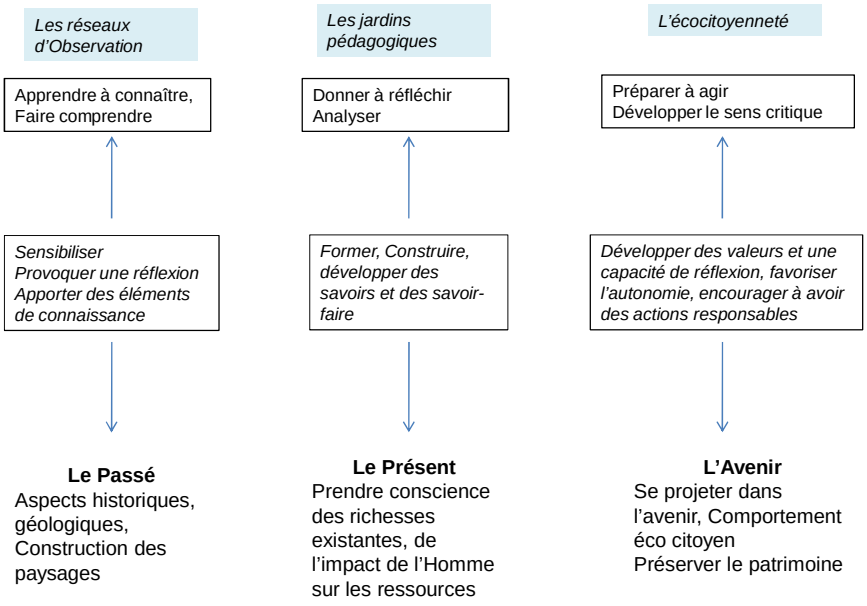
Ainsi, selon lui, la trame d'un projet d'ERE conduit à l'écocitoyenneté. Il fait exister le monde : l'enfant découvre un monde objectif en dehors de son monde subjectif ; il apprend aussi que les autres existent dans le monde. Il devient capable de différencier l'intérêt commun – ou espace public – de l'intérêt individuel (espace privé).

### c- La pédagogie par l'action

Les démarches pédagogiques autour de la nature sont nombreuses. Les apprentissages (savoirs et savoir-faire) s'adressent directement aux jeunes enfants. Les phases actives de jardinage par les enfants, de construction d'abris à insectes… font partie des programmes pédagogiques, notamment de ceux des CLSH (centres de loisirs sans hébergement). C'est aussi un moyen indirect de toucher les parents et de les sensibiliser à la place de l'Homme dans son environnement et à l'impact qu'ont ses actions sur la nature, sur les ressources... Comprendre son environnement immédiat, son histoire et le patrimoine qu'il représente, sont les bases de ces démarches de sensibilisation. Elles incluent des préconisations écocitoyennes pour mieux préserver ce patrimoine environnemental (le savoir-être).

Le schéma présenté par le Centre d'Initiation à la Nature et à l'Environnement de la Communauté de Communes de l'Alsace Bossue résume son projet pédagogique d'éducation relative à l'environnement en lien avec la conservation d'un patrimoine historique. Les étapes pédagogiques font le lien entre passé, présent et futur.

[25] « L'Éducation relative à l'environnement et au développement durable », inspection générale de l'Éducation nationale – avril 2003


Les réseaux d'Observation
Les jardins pédagogiques
L'écocitoyenneté
Apprendre à connaître, Faire comprendre
Donner à réfléchir Analyser
Préparer à agir Développer le sens critique
Sensibiliser Provoquer une réflexion Apporter des éléments de connaissance
Former, Construire, développer des savoirs et des savoir-faire
Développer des valeurs et une capacité de réflexion, favoriser l'autonomie, encourager à avoir des actions responsables
Le Passé
Aspects historiques, géologiques, Construction des paysages
Le Présent
Prendre conscience des richesses existantes, de l'impact de l'Homme sur les ressources
L'Avenir
Se projeter dans l'avenir, Comportement éco citoyen
Préserver le patrimoine

**Le jardin pédagogique pour transmettre des connaissances et former à un comportement respectueux de la nature** : témoignage de Florie Denjean, association MEDIO http://biodiversite.reseauecoleetnature.org

L'association MEDIO est chargée de développer l'accès à l'éducation à l'environnement et au développement durable, ainsi qu'à la culture scientifique et technique, sur Nevers et son agglomération. Ses objectifs sont de faire connaître, d'encourager les publics à prendre soin des milieux naturels, et de favoriser une meilleure prise en compte de la biodiversité. Un projet jardin de Noé a été mis en place dans le parc du Château des Loges. Les enfants de 6 à 12 ans sont initiés à la découverte de la nature : observatoire des papillons du jardin, pose de nichoirs et de gîtes à insectes, observation des insectes et des oiseaux, découverte des plantations fruitières et du verger (framboisiers, fraisiers, groseilliers, cerisiers, pommiers, poirier...), etc. Ils participent ainsi au programme « Papillons et jardin » de l'association Noé Conservation. Les données récoltées enrichissent la base de données nationale « l'Observatoire des Papillons des Jardins » centralisée par le Muséum national d'Histoire naturelle. Un bilan des observations est transmis chaque année aux observateurs, qui peuvent à tout moment consulter en ligne leurs propres résultats. Au centre maternel Albert Bayet qui est entouré d'espaces verts, MEDIO propose aux enfants de 3 à 5 ans la conduite d'un potager, du fleurissement, la pose de nichoir, l'observation des insectes, etc...

L'objectif est double : découvrir la diversité des milieux et des espèces, la biodiversité, et développer une attitude respectueuse de la nature, même en ville. Pour y parvenir, l'animateur utilise les approches sensorielles, ludiques ou artistiques. Une sensibilisation à la chaîne alimentaire et aux relations entre espèces est faite.

### d- Observer, c'est apprendre à connaître : les réseaux d'observations

Des initiatives ont émergé en marge de l'enseignement, notamment avec les Clubs « Connaître et Protéger la Nature », nés en 1972 dans la continuité pratique de la Hulotte. Ces clubs se veulent des écoles de la nature. La Fédération des CPN[26] a pour objet « l'éducation populaire, et plus particulièrement le **développement de la culture naturaliste** chez les jeunes et pour tous ceux qui le désirent ». Ces clubs sont axés sur l'observation.

[26] www.fcpn.org

Les objectifs pédagogiques sont :

- apprendre à aimer et respecter la nature ordinaire ;
- découvrir les gestes simples qui protègent la faune et la flore ;
- réaliser dans sa commune des actions en faveur de la nature (planter des arbres, creuser une mare, construire des nichoirs et mangeoires, aménager des refuges à insectes, à hérisson ou à chauve-souris, créer une mini-réserve...) afin d'aider les animaux et les plantes qui nous entourent ;
- communiquer en réalisant des expositions, un sentier de découverte ou en éditant un journal.

La fédération compte aujourd'hui 318 clubs en France, dont 10 en Bourgogne.

L'abandon de la Botanique fondamentale ou de celle observée sur le terrain (celle qui étudie la flore, la végétation, la phytoécologie, la systématique, etc.) est à l'origine de la création du réseau de botanistes, Tela Botanica, en 1999. Un réseau analogue pour l'observation d'insectes a été créé avec Tela Insecta. Ces réseaux, avant tout de scientifiques, sont ouverts aux particuliers.

À destination d'un public de particuliers, l'association Noé Conservation et le Muséum national d'Histoire naturelle[27] ont lancé un observatoire-citoyen des papillons de jardin. L'observatoire des escargots et des limaces démarre sur le même principe. Tous les utilisateurs de jardin sont invités à regarder les papillons, à les identifier et à transmettre leurs observations aux scientifiques du Muséum. Derrière l'ambition de mettre en place un réseau de surveillance, l'implication citoyenne, pédagogique dans un premier temps, est un engagement vers la préservation de ces espèces et plus généralement de la biodiversité. Un réseau semblable d'observation a été lancé sur une espèce invasive, la coccinelle asiatique (cf. p.35). Dans ce cas, l'observation permet de sensibiliser le citoyen aux problèmes que peut créer l'introduction d'espèces.

[27] www.noeconservation.org

## 2.2 Les services écosystémiques

*Le milieu urbain est un milieu hautement artificialisé qui concentre l'activité humaine. C'est une source importante de pollution pour l'environnement. Des infrastructures et des réglementations sectorielles permettent de limiter les pollutions, comme pour l'épuration des eaux usées, ou l'élimination des déchets ménagers. Les infrastructures naturelles contribuent aussi à limiter les pollutions, de façon souvent moins ciblée et donc plus complexe (arbres en ville pour filtrer l'air, maintien de la biodiversité pour limiter les prédations d'insectes ou de rongeurs…). S'il est encore difficile d'en chiffrer le bénéfice, la contribution positive et globale commence à être davantage prise en compte.*

*Nous tenterons dans ce chapitre de préciser en quoi les éléments de nature dans les villes contribuent à atténuer la pollution créée par les villes, ou à la réparer, et en quoi la ville peut être considérée ou non comme un écosystème.*

### 2.2.1 Préservation des ressources en eau

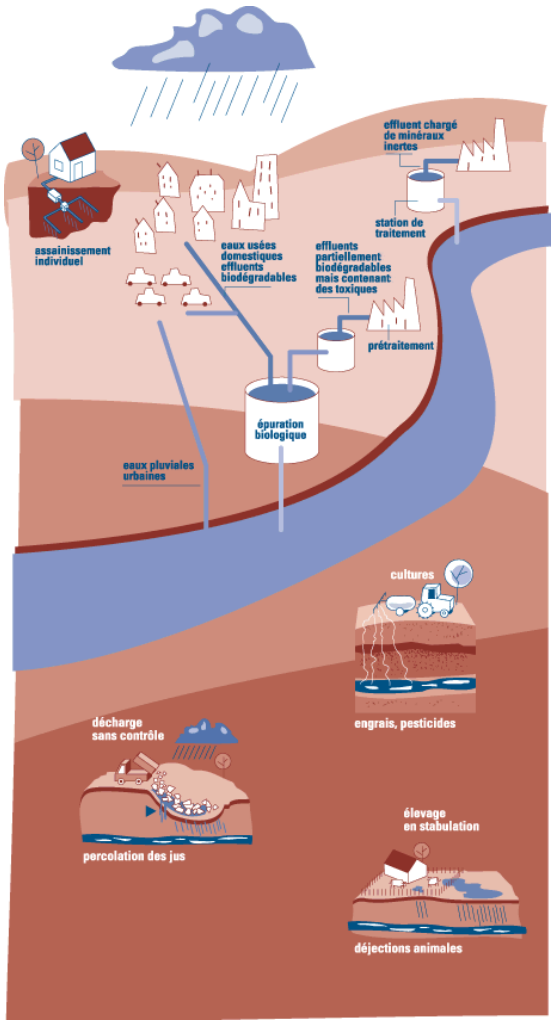
*L'eau est une ressource indispensable, et en tant que telle, peut être considérée comme un patrimoine. Un fleuve ou une rivière sont des éléments fortement structurants de la construction urbaine. Mais la circulation de l'eau suit ses propres lois : elle peut être inondations, crues, ou dessèchement. Les constructions des villes se sont faites souvent en « domestiquant » l'eau (canalisation des rivières ou enterrement de ruisseaux).*
*L'eau est à la fois un bienfait et un risque.*

#### a- La ville exerce de fortes pressions sur les ressources en eau

La ville exerce une triple pression sur le cycle de l'eau : une pression quantitative car les prélèvements pour la ville doivent satisfaire de multiples usages (alimentation en eau potable, collectivité, industrie…) ; une pression qualitative car les eaux usées ou les eaux sales sont rejetées dans le milieu ; une pression sur le rythme des écoulements d'eau car le ruissellement sur les surfaces artificialisées et le déficit d'infiltration perturbent l'alimentation des ressources.

Le Schéma sur le cycle de l'eau et les activités humaines[28] rappelle les principales origines de pollutions urbaines :

- Les polluants de l'air peuvent être entraînés par les eaux pluviales. Ce sont principalement les résidus de combustion d'hydrocarbures par les véhicules ou de fumées d'usines, les HAP, ou d'autres micropolluants issus d'usage courant (benzène, chloroforme, toluène, xylène, etc). Un certain nombre de ces molécules figurent dans la liste des substances prioritaires dangereuses




[28] Source : Agences de l'eau

de la DCE. Elles restent cepen-dant relativement peu mesurées dans les compartiments du cycle de l'eau. Le traitement de ces eaux pluviales n'est malheureusement que très peu pris en compte avant rejet au milieu et les séparateurs d'hydrocarbures mis en place sur les parkings notamment n'ont une utilité qu'en cas de déversement accidentel mais en aucun cas ils ne peuvent traiter les HAP entrainés par les eaux de pluie lors d'un ruissellement de surface. Il existe pourtant des traitements spécifiques pour ces eaux de pluie. Il faudrait également que les urbanistes et promoteurs prennent en compte dans les aménagements ce traitement spécifique en piégeant à la source ces pollutions par la mise en place de noues par exemple ou de bassin végétalisés qui peuvent également servir à l'agrément. Il ne faut pas uniquement penser au « tout tuyau ».

- Les rejets des stations d'épuration des collectivités participent de façon significative à la pollution des cours d'eau. Selon l'IFEN (2006), ils contribuent environ au cinquième de la charge azotée et à la moitié de la charge phosphorée véhiculées par les fleuves français. Les systèmes d'assainissement sont à l'origine de la moitié des contaminations microbiologiques recensées dans les eaux superficielles. On découvre régulièrement la présence dans les eaux des substances de synthèse, appelées pour certaines « micropolluants émergents », provenant aussi bien des rejets des stations d'épuration des agglomérations (substances médicamenteuses, substances cosmétiques, etc.) que des rejets industriels (PBDE, composés bromés, dioxines, phtalates, etc.). Ces substances sont très peu mesurées et réglementées dans les eaux continentales. Leur comportement dans l'eau et leur écotoxicité sont très mal connus.

- Il est rappelé que d'autres types de pollutions existent, comme celles des décharges non conformes. Les jus chargés des polluants percolent dans le milieu. De façon générale, toute accumulation de déchets mal gérée risque de provoquer ce genre de pollution.

- On peut aussi rappeler les pollutions liées aux usages des pesticides pour l'entretien des espaces verts. Les quantités utilisées sont souvent non conformes aux prescriptions. On les estime à 10 fois la dose. De plus, l'application de désherbants sur des surfaces fortement artificialisées (allées, cimetières) provoque l'entraînement des pesticides directement dans les caniveaux, c'est-à-dire directement dans le milieu.

**Pollution des eaux par les pesticides et usages des villes** : FREDON [*extrait du RT pesticides au quotidien – 2009]*

Depuis 2002, la FREDON exploite les analyses sur une quarantaine de sites d'eaux brutes souterraines et superficielles, ce qui représente une recherche de 378 molécules. Les polluants les plus fréquemment retrouvés sont les herbicides. L'atrazine (interdite depuis 2003) et son dérivé (atrazine-déséthyl), ainsi que le dérivé du glyphosate, l'AMPA, restent problématiques aussi bien pour les eaux superficielles que souterraines. Certains polluants persistent dans le milieu et leur élimination par dégradation est lente (cas de l'atrazine par exemple), alors que d'autres exercent une pression phytosanitaire très importante sur le milieu car ils peuvent être utilisés par l'ensemble des utilisateurs (cas du glyphosate, une des molécules les plus vendues pour de nombreux usagers dont les jardiniers amateurs et les collectivités).

La pollution chronique à l'AMPA apparaît durablement dans de nombreux cas. La FREDON considère que la réduction des quantités appliquées et l'amélioration des conditions d'utilisation du glyphosate sont une priorité. Le **diuron,** interdit depuis fin 2008 pour tout usage, est une molécule rémanente. La forte fréquence de sa quantification s'expliquerait par les contaminations fortement liées au désherbage urbain (voiries, espaces collectifs, …).

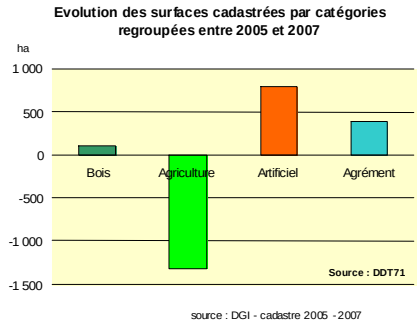
La perturbation sur les écoulements d'eau résulte de l'artificialisation des sols et de l'imperméabilisation des surfaces. Les milieux naturels sont altérés ainsi que leur fonctionnement, tant au niveau de la zone d'extension de la ville qu'au-delà, en aval. L'imperméabilisation condamne de grandes surfaces de sol à ne plus pouvoir absorber et stocker une partie des eaux de pluies. L'eau ne peut plus s'infiltrer naturellement dans le sol et l'alimentation des nappes souterraines diminue. Les eaux de pluie ruissellent en surface, se chargent au passage des polluants atmosphériques et des

salissures des trottoirs, et s'écoulent en abondance parfois dans les cours d'eau en aval. En cas d'orage, les rejets urbains constituent une source majeure de pollution des cours d'eau. Les ruissellements urbains jouent le rôle d'accélérateur de crue. Les sols artificialisés n'étant plus des zones tampon de stockage et de déstockage de l'eau, les débits des cours d'eau en aval sont plus irréguliers : crues accélérées lors des pluies d'orage, étiages plus marqués en cas de déficience de précipitations.

**L'artificialisation des terres augmente**

La pression sur l'espace augmente plus vite que la population. D'après l'enquête nationale sur l'utilisation du territoire (Teruti) du Service central des enquêtes et études statistiques du ministère chargé de l'Agriculture (Scees), l'habitat occupe 4 % du territoire (2003). De 1992 à 2003, la superficie occupée par l'habitat a augmenté de 23 %, passant de 1,67 à 2,06 millions d'hectares, alors que, pour la même période, la population n'augmentait que de 4,5 %. La surface utilisée pour l'habitat par habitant et pour ses espaces de jardins et pelouses, ses voies d'accès et ses parkings, a donc augmenté de près de 18 %, passant de 280 à 330 $m^2$. La part d'artificialisation en Bourgogne est estimée à 6,8 %, sols imperméables et espaces verts compris.

**Exemple en Saône et Loire. Les services de l'Etat s'organisent pour concilier activités humaines et biodiversité**



source : DGI - cadastre 2005 - 2007

Les sols agricoles peuvent être considérés comme "matière première" de la consommation des espaces. Les "espaces artificialisés", principalement bâtis, sont la destination finale la plus importante dans le processus de changement d'occupation du sol (63 %). Les voiries et voies d'eau qui ne sont, pour la plupart, pas cadastrées, n'entrent pas dans cette comptabilisation alors qu'elles représentent près de la moitié de la surface urbanisée. Pour autant, le poste "agrément" représente 47 %. Cela veut dire que l'homme, dans son processus d'urbanisation, construit pour son agrément un grand nombre de jardins, terrains de loisirs et de sports, surfaces en eau, etc. La "nature" occupe donc une place importante dans nos aménagements.

Pour réduire la consommation d'espace et l'artificialisation des terres, et mettre en œuvre un développement équilibré et durable des territoires, les services de l'Etat se sont fédérés et se coordonnent en Pôle de compétence Aménagement Durable du Territoire. Une note interministérielle est ainsi rédigée pour déterminer les enjeux prioritaires à prendre en compte lors de l'élaboration des PLU par exemple (approche intégrée urbanisme et déplacement, prise en compte de la biodiversité, planification des risques, évaluation environnementale…). L'architecte et la paysagiste conseil de la DDT contribuent à cette définition.

*Frédérique Bourgeois - SUAD/DDT de Saône-et-Loire* frederique.bourgeois@saone-et-loire.gouv.fr ; www.saone-et-loire.equipement-agriculture.gouv.fr

### b- Les actions de préservation se jouent principalement hors de la ville.

La nature intervient dans la préservation des ressources en eau essentiellement en dehors des villes. En effet, la ville s'alimente classiquement en prélevant de l'eau en amont, et en rejetant ses eaux usées en aval, après épuration des principaux polluants. C'est donc à l'extérieur des villes que portent les actions de préservation de la ressource en eau, sur les bassins d'alimentation de captage (remise en herbe, agriculture biologique, reboisement…). La protection des captages est un enjeu prioritaire de la DCE et du Grenelle de l'environnement. En ville, la première action de préservation de la ressource consiste à limiter les actions polluantes, notamment celles liées à l'emploi de pesticides pour l'entretien des espaces verts. Cet aspect est pris en compte dans le plan écophyto 2018 concernant les zones non agricoles. Des pratiques de gestion différenciées se mettent en place dans de nombreuses communes (cf. chapitre 3.2 « Gestion différenciée des espaces », p.60).

En aval, les écosystèmes jouent également un rôle, comme le souligne Bernard Chevassus-au-Louis dans le cas de l'élimination des nitrates : « *Seule la moitié des nitrates parvient à l'embouchure de la*

*Seine grâce à la dénitrification par la biodiversité qui a lieu tout au long du fleuve, notamment dans les zones de végétation du bord, permettant ainsi d'économiser près de 50 % du coût d'épuration des eaux* ». Pour les eaux souterraines ce rôle épurateur n'existe pas ou très peu.

Les différences de localisation entre prélèvement des eaux et rejet, ainsi que les aménagements réalisés pour capter les eaux, contribuent aussi à perturber les milieux aquatiques.

**La ville exerce de multiple pression sur les milieux aquatiques, exemple de l'Ouche à Dijon**

Témoignage : Bernard FROCHOT, Société des Sciences Naturelles de Bourgogne

L'Ouche témoigne des pressions multiples qu'exercent les activités humaines de l'agglomération de Dijon et au-delà[29]. À l'origine, c'est une rivière « à truite », classée en 1re catégorie des salmonidés dominants, aux eaux claires, courantes et froides. Aujourd'hui, ses qualités sont altérées dans les trois dimensions essentielles qui caractérisent tout cours d'eau : *quantité d'eau, qualité d'eau, état du lit*. **Le débit** (c'est-à-dire la quantité d'eau qui circule) est aujourd'hui affaibli par le canal de Bourgogne et par les pompages importants réalisés par les collectivités dans la nappe ou les sources. Le canal restitue par endroits de l'eau à l'Ouche, mais de manière très aléatoire et brutale (lors des vidanges), en désaccord avec les cycles saisonniers, et avec des inconvénients sur sa **qualité.** Les déversements du canal amènent de l'eau chaude, dégradée et souvent vaseuse. L'épuration de la plupart des villages de la vallée est encore très imparfaite, et le bétail stationne en nombre dans la rivière. La pollution organique, notable, vient se déposer dans le Lac Kir. En aval de Dijon, **le lit** est fortement artificialisé par la chenalisation et l'endiguement de nombreux secteurs, ce qui entraîne des reprises d'érosion et réduit les capacités d'autoépuration de la rivière. Les peuplements biologiques de l'Ouche traduisent la dégradation du milieu : dans le cours supérieur, les écrevisses indigènes ont disparu, la truite a régressé et se maintient difficilement même en tête de bassin ; les organismes d'eau claire sont remplacés par des espèces qui s'accommodent de la pollution (chevaine, algues filamenteuses, bactéries…).

### c- La nature contribue à la gestion des eaux pluviales

La nature urbaine a un rôle essentiellement sur le ruissellement des eaux de pluie : la végétalisation du sol, en réponse à une trop forte artificialisation, **contribue à freiner le transit des eaux vers le milieu** et donc à limiter les effets néfastes des ruissellements excessifs. Une partie de ces eaux de pluies peut être retenue grâce à des zones d'infiltration et/ou de stockage des eaux. Ce sont des bassins de rétention, des lagunages ou des noues par exemple. Ces installations naturelles sont à positionner spatialement et à raisonner comme tout autre type d'infrastructure. Le stockage peut être temporaire et utiliser des espaces à vocations multiples comme les terrains de sport ou les parcs. Les toitures végétalisées contribuent aussi à ce stockage temporaire et à ralentir

**L'enherbement partiel des surfaces artificialisées contribue aussi à capter** une partie des eaux de pluies et à la filtrer. Des techniques existent qui consistent à allonger le temps de parcours de l'eau (et donc diminuer les débits), à retenir l'eau et à favoriser son infiltration dans le sol[30]. Ce seront par exemple des trottoirs ou parkings enherbés avec des dalles alvéolées, les bords de rivière ou de fleuve aménagés naturellement, les noues ou fossés enherbés à pente douce et large. Les « micro-aménagements » jouent aussi un rôle positif bien que modeste, avec les toitures végétalisées, les récupérateurs d'eau des toitures, les chaussées poreuses…

[29] Note « L'Ouche, diagnostic et propositions » co-rédigée par Georges BERT et Bernard FROCHOT, membres de la Société des Sciences Naturelles de Bourgogne.

[30] « L'Eau à la maison, mode d'emploi écologique. », S. Cabrit-Leclerc - p.125

**Végétaux et sols conjuguent leurs rôles aussi bien dans l'absorption et la rétention de l'eau que dans son épuration** : les végétaux absorbent l'eau avec les racines et retiennent une partie de l'eau pour leur développement ; les sols, à l'image d'une éponge, absorbent et filtrent une quantité importante d'eau.

**Commune de Saint-Apollinaire : Aménagement paysager plutôt que déversoirs d'orages**

La commune de Saint-Apollinaire (21) est historiquement riche en sources superficielles. Englobée dans le Grand Dijon, elle a développé plusieurs programmes de construction de lotissements et d'immeubles. L'hydrographie s'en est trouvée bouleversée. Depuis 10 ans, la commune a intégré l'aménagement de noues et de bandes enherbées comme alternative aux trottoirs dans son plan d'urbanismes. Ces espaces naturels ont aussi un rôle paysager, de promenade ou de jeux de plein air et contribuent au verdissement de la ville et à son slogan « l'esprit village ». Ainsi, en période d'orage, l'eau est retenue par ces bassins paysagers, est évacuée de façon régulée vers un exutoire. Ainsi les risques de débordement des bassins d'orage, et donc les risques de pollution, sont évités. Ces ouvrages sont adaptés à la géographie et contribuent à structurer l'espace.

### d- Les végétaux et le sol ont un rôle épurateur

Les eaux rejetées par la ville sont traitées dans les stations d'épuration. Dans les collectivités rurales de taille inférieure à 1 500 habitants, on utilise le lagunage naturel ou d'autres types de traitement comme les filtres plantés de roseaux voire même des « boues activées ».

Le principe biologique est basé sur le travail des bactéries qui reçoivent leur oxygène des algues et végétaux présents, et le travail des macrophytes ou roseaux. Ce procédé naturel est gourmand en surface : de 10 à 15 m²/équivalent-habitant[31]. Il existe aussi des procédés moins consommateurs d'espace par cultures fixées (2 m²/E.H.), les filtres plantés de roseaux à flux vertical, mis au point par le CEMAGREF. L'efficacité de ces procédés naturels concerne surtout la bactériologie, et certaines formes du phosphore et de l'azote, ce qui en fait un procédé à réserver aux effluents domestiques.

Maintenir la capacité épuratrice des eaux naturelles représente un fort enjeu économique pour les collectivités locales. En complément aux stations d'épuration, le génie écologique propose d'aménager les zones humides existantes ou de créer des structures remplissant les fonctions écologiques d'épuration de la charge organique, de l'azote et du phosphore, des métaux, de toxiques divers et de désinfection. C'est un traitement tertiaire, pour parachever l'épuration de façon naturelle. Ces structures artificielles combinent les différentes composantes biologiques d'un écosystème - plantes, micro-organismes, matériaux alluvionnaires, pouzzolane, tourbe - pour assurer les fonctions d'épuration et de désinfection. Une valorisation de ces espaces aménagés est également possible en jardins publics paysagers. Ces techniques commencent à se développer pour traiter les eaux noires des entreprises ou des immeubles[32]. Le principe de fonctionnement vis à combiner deux phénomènes : la limitation du transfert quantitatif des eaux vers le milieu, grâce à l'absorption par les racines et à la rétention dans les végétaux, et l'épuration par les végétaux, appelée phytoremédiation (voir p.48).

**Les coûts d'assainissement des eaux résiduaires urbaines**

Selon une étude publiée en juin 2005 par le Syndicat professionnel des entreprises de services d'eau et d'assainissement (SPDE), le service d'assainissement représente un montant annuel de 5,48 milliards d'euros. En Bourgogne la part assainissement représente 49 % du prix du $m^3$ en 2006, contre seulement 46 % en 1996. En 10 ans, la part assainissement a augmenté beaucoup plus vite que la part eau avec 38 % contre 27 %. Cette tendance à l'augmentation devrait se poursuivre au cours des prochaines années.

[31] « l'eau dans son environnement rural » Jacques Bordet. ed Johanet

[32] Exemple des jardins filtrants de la société « Phytorestore » http://www.phytorestore.com/eau.html

### e- Conclusion : la nature en ville, un rôle important de régulation pour l'eau

*En prélevant de l'eau pour ses usages et en la rejetant dans le milieu après épuration, la ville exerce une pression sur le cycle de l'eau. Elle perturbe le rythme des écoulements de l'eau : il y a déplacement géographique, car la ville ne restitue pas l'eau qu'elle prélève là où elle la puise (souvent d'une nappe souterraine à un cours d'eau), ou elle cherche à protéger son implantation en vallée ou en zone inondable en initiant des barrages en amont de son fleuve (les centres de décision sont urbains) ; il y a aussi déplacement temporel, car elle amplifie les phénomènes (accélération des crues, augmentation rapide des débits ou au contraire accusation des étiages). Les solutions pour gérer ces phénomènes sont surtout hors des villes (protection des bassins d'alimentation de captage, zones humides…).*

*En ville, les arbres, les parterres fleuris, les espaces verts, etc. limitent ces effets perturbateurs en absorbant partiellement les eaux de pluie. Quand cela est possible, il est utile de végétaliser, même partiellement les surfaces artificialisées des trottoirs, des sols de parking ou des allées. Cela participe à limiter les écoulements. Il est également fondamental de limiter l'usage de produits polluants (pesticides, produits pour le jardinage, entretien chimique des espaces verts…).*

*Le complexe sol-plantes a un rôle épurateur certain. L'utilisation du concept de phytorestauration permet de limiter la pollution par certains éléments (phosphore, azote) et de capter éventuellement des micropolluants tout en aménageant un cadre agréable. Au-delà de leur propriété d'agrément paysager, ces éléments naturels contribuent à recréer progressivement un micro-écosystème.*

### 2.2.2 Préservation de la biodiversité

*Pour construire ses bâtiments ou ses infrastructures, la ville détruit directement le milieu naturel sur lequel elle s'implante : arrachage d'arbres, bouleversement des sols, puis artificialisation. Les routes et voies de communication fragmentent l'espace naturel, les écosystèmes proches se réduisent. Elle reconstruit une autre nature notamment par le biais des espaces verts et des jardins, de nouvelles espèces sont introduites, volontairement et involontairement. Si des espèces végétales ou animales sont mises en danger en milieu urbain, d'autres tolèrent ce milieu, s'y adaptent ou même le colonisent.*

« *Qui dit adaptation dit éventuellement changement et donc évolution. Il faut bien se rendre compte que l'enjeu de la biodiversité n'est pas tellement de garder la biodiversité dans un état figé mais c'est la garder de telle sorte* ***qu'elle offre le maximum de possibilités de changement****. C'est un peu paradoxal, mais c'est fondamental en réalité*. », Patrick Blandin, président d'honneur de l'UICN.

#### a- Le milieu urbain perturbe le fonctionnement biologique

En ville, les perturbations sur la biologie des plantes et des animaux sont volontaires ou induites, comme l'usage de pesticides pour l'entretien des espaces verts et jardins, l'emploi de biocides divers au quotidien, la pollution de l'air, ou encore les accidents de circulation. D'autres sources de pollution sont peu soupçonnées comme les lumières artificielles. Ces nuisances « secondaires » peuvent agir aussi sur le fonctionnement biologique des espèces. C'est le cas de l'éclairage nocturne qui est une cause importante de disparition d'espèces d'insectes. La chaîne alimentaire naturelle s'en trouve perturbée significativement. Les principaux effets sur la faune et la flore sont les suivants[33] :

- La lumière agit sur la plupart des phases végétatives (germination, croissance, expansion des feuilles, floraison, développement des fruits, sénescence). Éclairées en permanence, les plantes dégénèrent de façon précoce.
- Les oiseaux migrateurs sont gênés et désorientés par les sources lumineuses nocturnes. En effet de nombreux oiseaux s'orientent grâce à la lumière des étoiles. Marc Théry, chercheur au laboratoire d'écologie générale estime à près d'un million les oiseaux migrateurs qui meurent chaque année.
- La lumière nocturne des lampadaires serait la seconde cause de mortalité après les produits phytosanitaires pour les populations d'insectes nocturnes. Ce sont principalement les moustiques, papillons, mouches et coléoptères. Ils font partie de la chaîne trophique, ils ont un rôle de pollinisateur ou sont phytophages.

Ces perturbations entraînent une concurrence entre les espèces[34,]. Ainsi, certaines chauves-souris communes, comme la pipistrelle, se sont progressivement adaptées aux garde-manger à ciel ouvert que sont les réverbères, contrairement à d'autres, comme le grand rhinolophe, dont les effectifs n'ont cessé de diminuer depuis 30 ans. « *Les pipistrelles sont insectivores, comme toutes les chauves-souris européennes,* rappelle Josselin Boireau. *La nuit, les lampadaires attirent les insectes et ces dernières n'ont plus qu'à se servir. Par contre, le grand rhinolophe, une autre espèce présente en Bretagne, ne chasse que dans l'obscurité la plus totale. Il est donc privé d'une partie de son alimentation. Les scientifiques estiment aujourd'hui que cette compétition interspécifique pour la nourriture pourrait porter préjudice, à terme, à certaines espèces qui n'en avaient vraiment pas besoin* ».

Un autre type de bouleversement est celui du renouvellement trop rapide des arbres : ainsi en 1996, une étude[35] montrait que près de 50 % des renouvellements d'arbres effectués au cours de l'année sur le territoire du Grand Lyon concernaient des sujets âgés de moins de 30 ans, alors que seuls 10 % des arbres renouvelés étaient centenaires.

---

[33] « La Pollution lumineuse », Arnaud Zufferey et Immacolata Febbraro - 2005

[34] www.espace-sciences.org Analyse de Marc Théry - Muséum national d'histoire naturelle- à partir de 1100 références scientifiques (étude réalisée pour le guide de l'Association française de l'éclairage (AFE) « Les nuisances dues à la lumière »).

[35] « Les Sols urbains supports de la nature dans la ville », dossier « Sols en milieu urbain », la lettre de l'arboriculteur n°38 - Frédéric Ségur - Grand Lyon

### b- La ville contribue à la préservation d'une certaine biodiversité

Philippe Clergeau, dans son ouvrage sur l'écologie du paysage urbain, rappelle que l'étude et la gestion de la faune et de la flore dans l'espace urbain sont très récentes. Les bilans soulignent systématiquement les effets négatifs de la ville (pollution, minéralisation…) sur l'installation d'espèces sauvages mais en même temps rapportent les adaptations de certaines espèces pour se satisfaire des espaces mis à disposition par l'Homme.

R. Barbault[36] confirme qu'il y a bien une biodiversité urbaine, plus riche qu'on ne le croit habituellement, car souvent discrète. Les enjeux de conservation existent : enjeux directs sur cette biodiversité urbaine et locale, pour maintenir des populations viables de nombreuses espèces ; enjeux indirects sur la biodiversité en général, pour que les hommes, au contact de cette biodiversité urbaine, se réconcilient avec la nature et se sensibilisent à l'importance de développer des stratégies efficaces de protection.

Le suivi de l'avifaune en Bourgogne[37] montre que celle-ci suit une dynamique positive en milieux rupestres et urbains. On observe en effet l'expansion de nombreuses espèces dans les agglomérations et le retour en ville d'oiseaux rupestres comme le Martinet à ventre blanc ou le Grand Duc. Cette évolution contraste avec celle de la campagne avoisinante, qui tend à voir sa biodiversité s'appauvrir. La ville offre une capacité d'hébergement parfois supérieure à la campagne environnante lorsque celle-ci est une campagne de type openfield ou grandes cultures. Mais les raisons de ces évolutions semblent davantage tenir au rythme des interventions humaines sur les milieux : elles sont lentes en milieu forestier, aquatique et rupestre, et très rapide en milieu ouvert de cultures. Le milieu urbain ne change qu'assez lentement, au rythme des constructions et des aménagements.

L'évolution du nombre d'espèces d'oiseaux et du nombre d'individus n'est pas homogène en ville. Le nombre d'espèces est dégressif du pourtour de la ville jusqu'au centre, mais le nombre d'individus évolue en sens inverse, selon le gradient d'urbanisation.

*Évolution d'espèces selon le gradient d'urbanisation (d'après Philippe Clergeau)*

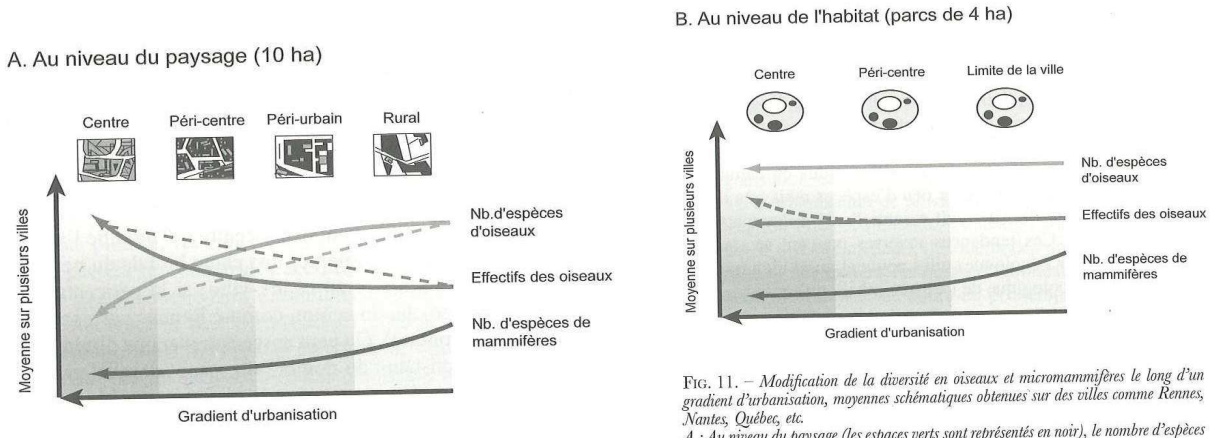



FIG. 11. – *Modification de la diversité en oiseaux et micromammifères le long d'un gradient d'urbanisation, moyennes schématiques obtenues sur des villes comme Rennes, Nantes, Québec, etc.*
*A : Au niveau du paysage (les espaces verts sont représentés en noir), le nombre d'espèces décroît et la biomasse augmente avec la disparition des espaces verts.*
*B : Au niveau d'un même habitat, le parc, quand la qualité et l'accessibilité sont similaires, la richesse et l'abondance sont similaires pour les oiseaux. Dans tous les cas les mammifères diminuent avec l'urbanisation, du fait de leur mobilité contrainte (d'après Clergeau et coll., 2006).*

[36] « Quelle Biodiversité dans les villes ? », Seine-Saint-Denis – La recherche - septe 2008

[37] « L'Avifaune bourguignonne depuis un siècle » B. Frochot, V. Godreau - Revue Bourgogne Nature 2008

### c- Mais quelle biodiversité ?[38]

« *L'idée de nature en ville renvoie à des objets bien réels de nature bien réelle, mais à travers un prisme extrêmement sélectif et déformant très éloigné de la réalité de la biodiversité*. », Emmanuel Lierderman, HES, Genève.

Les espèces animales peuvent être inféodées à la ville et chercher leur alimentation à l'extérieur de la ville. Pour les espèces animales ou végétales, on distingue deux grandes catégories de milieux urbains, en fonction de leur habitat :

- **Les structures minérales du bâti** : Elles reproduisent les milieux naturels rupestres (falaises, rochers). Les rugosités des façades permettent de retenir des lichens par exemple. Les sommets des cathédrales ou les clochers d'église permettent aux chouettes effraies ou aux faucons pèlerins de nidifier, de repérer leurs proies de loin (pigeons des villes, petits rongeurs…). Les abris sous les toits, les embrasures de fenêtres sont autant de conditions semblables aux habitats cavernicoles pour les loirs, les chauves-souris, les martinets. Ce caractère rupestre de la ville n'est pas à proprement parler « banal ».

- **Les milieux constitués de végétal** : La structure du végétal, plus que sa biologie, a un rôle prépondérant d'abri ou de refuge. La fructification de certaines espèces offre des ressources alimentaires, notamment l'hiver (baies de cotonéaster, de sureau…). Les parcs urbains accueillent une faune différente selon qu'ils sont multi-strates et fortement boisés (écureuils, pics…) ou qu'ils sont en massifs de buissons décoratifs (merle noir, fauvette, hérissons…). Dans les jardins individuels pavillonnaires ou familiaux, la structure de la végétation joue également un rôle important dans l'accueil des espèces. La diversité des tailles des végétaux, de leur port, de l'âge des arbres est un facteur favorable à l'installation d'espèces animales différentes. Ces milieux offrent des caractéristiques semblables à la campagne ou aux forêts hors de la ville. À ce titre, la faune et la flore (hors flore ornementale) peuvent être qualifiées d'ordinaires.

Ces milieux sont plus ou moins favorables aux espèces :

- Certaines espèces **tolèrent** les conditions d'artificialisation de la ville : ce sont les espèces dites ubiquistes qu'on retrouve aisément dans les jardins et espaces verts. La pollution urbaine agit sur leurs populations, ainsi que la dimension des espaces qui leurs sont laissés. Le bruit, la lumière artificielle perturbent également le développement des espèces, bien que certaines s'y adaptent. Il y a un gradient de biodiversité en fonction de la surface des espaces verts. La fragmentation plus ou moins prononcée des habitats joue un rôle important pour le maintien de ces espèces.

- D'autres **ne peuvent pas se maintenir ou s'installer** : ce sont les espèces sensibles à la pollution ambiante ou dont l'habitat n'est pas compatible avec les activités urbaines, ou encore dont les exigences de milieu sont restrictives.

- Mais il existe aussi des espèces qui trouvent dans le milieu urbain des **conditions favorables** pour se nourrir, s'abriter, vivre : ce sont les espèces rupestres qui utilisent le bâti, les espèces commensales qui se sont adaptées aux conditions de la ville ou celles qui se développent grâce à la chaleur de la ville. Ce sont aussi les espèces sauvages qui trouvent leur abri et leur nourriture dans les maisons, les entrepôts, les égouts. Elles ont établi avec le citadin une relation de commensalisme, de bénéfice non-réciproque qui pourrait être qualifiée de « parasitisme modéré ». Ce sont les blattes, moineaux, pigeons, souris et autres animaux sauvages ou revenus à la vie sauvage. Bien que certains d'entre eux causent des nuisances incontestables, ils ne sont plus considérés comme nuisibles.

Le document du Conseil régional de Bourgogne (1998) « Faune sauvage et milieux urbains – La Bourgogne Nature » illustre de façon pédagogique les différents types de milieux où sont facilement observables les espèces (rues, murets, toitures, parcs, ciel).

[38] Analyse fournie par Patrice Notteghem dans « Les Oiseaux des villes dans la Communauté Creusot-Montceau ». Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons – Territoires naturels de Bourgogne – n°2, décembre 200 9

### d- La biodiversité, un indicateur de santé de l'environnement

Les espèces bio-indicatrices sont des espèces dont la présence et la fluctuation de leur effectif est censée refléter les variations des conditions environnementales locales ou les variations des effectifs des autres espèces de la communauté. Le choix d'une espèce à observer est fonction des éléments que l'on souhaite suivre et de l'échelle considérée.

Certains végétaux sont utilisés pour **le suivi de la qualité de l'air.** Le plus connu et utilisé de longue date est le lichen, ou plus exactement la famille des lichens. Certains végétaux supérieurs réagissent à un polluant en particulier (les pétunias vis-à-vis des hydrocarbures, les peupliers pour l'ozone), d'autres reflètent la qualité globale de l'air comme les lichens ou le ray-grass. D'autres encore peuvent piéger les polluants[39]. Pour éliminer ces polluants, il est alors nécessaire de traiter la biomasse une fois récoltée. Depuis 2004, l'aéroport de Cannes utilise des stations avec ray-grass pour son suivi de qualité de l'air[40].

Le suivi de la **qualité des cours d'eau** utilise un indicateur, l'Indice Biologique Global Normalisé ou IBGN, avec notamment le comptage de diatomées ou autres macro-invertébrés d'eau douce. Toute modification de la composition de ces communautés vivantes est caractéristique d'un polluant donné. L'utilisation de l'IBGN permet de caractériser la perturbation d'un milieu (aquatique) par ses effets et non par ses causes. Cette mesure biologique vient en complément des mesures physico-chimiques sur les éléments polluants recherchés. Les bio-indicateurs apportent une appréciation globale de la santé du milieu.

Pour apprécier **la biodiversité**, les mesures physico-chimiques ne sont pas standardisées et l'appréciation de sa richesse et de son évolution est complexe. À défaut de comptages exhaustifs (engagés par ailleurs par quelques agglomérations), le suivi de certaines espèces est utilisé. C'est le cas des oiseaux qui constituent un groupe particulièrement pertinent pour illustrer les relations entre un milieu façonné par l'Homme et la biodiversité induite[41] ; ou encore des papillons, dont l'évolution de population est suivie par un réseau d'observateurs-citoyens avec Noé Conservation[42].

Mais ce peut être aussi une espèce représentative de tout un écosystème. Considérés comme une « **espèce parapluie** » en paysage urbain, les hérissons d'Europe peuvent donner, selon la commune, une bonne image de la circulation animale entre les différents espaces verts urbains publics ou privés. Dans le cadre d'une étude paysagère visant à identifier les corridors écologiques de la ville, l'agglomération de Nantes a organisé un réseau de suivis et d'observations des déplacements nocturnes des hérissons jusqu'à leur hibernation, puis à nouveau au printemps. Ces observations seront complétées par des analyses toxicologiques des animaux retrouvés morts, permettant ainsi d'évaluer les dangers auxquels le hérisson est exposé en ville. Les habitants sont par ailleurs invités à participer à cette étude. Pour encourager ces observations bénévoles, la Ville proposera des animations pédagogiques. Le hérisson est un bon indicateur, très pédagogique, des liaisons dans les écosystèmes anthropiques simplifiés.

**Définition** : *On appelle **espèce parapluie**, une espèce qui nécessite de telles conditions d'habitats et de superficie que leur conservation permettra la sauvegarde d'une grande quantité d'autres espèces rares et menacées. Les meilleures espèces parapluies sont celles qui ont besoin d'étendues les plus importantes possibles et d'habitats les plus variés possibles. Il est impossible de trouver une seule espèce dont les besoins couvrent ceux de toutes les espèces vivant dans une communauté diversifiée. Le parapluie le plus robuste et le plus complet est donc constitué d'un ensemble d'espèces ayant des besoins en habitats différents et complémentaires. Une espèce parapluie est une espèce dont le domaine vital est assez large pour que sa protection assure celle des autres espèces appartenant à la même communauté.*

[39] http://www.appanpc.fr/Pages/article.php?art=85

[40] http://www.cannes.aeroport.fr/environnement/air.htm

[41] Analyse fournie par Patrice Notteghem dans « Les Oiseaux des villes dans la Communauté Creusot-Montceau ». Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons – Territoires naturels de Bourgogne – n°2, décembre 200 9

[42] http://www.noeconservation.org/index2.php?goto=contenu&rub=12&srub=31&ssrub=31

**Un recensement citoyen des espèces, exemple des Opérations Papillons et Jardins, et Escargot lancées par Noë Conservation**

Avec 165 000 espèces décrites, les papillons représentent environ 10 % des espèces animales connues au monde. Agents pollinisateurs, proies pour les oiseaux, les batraciens ou les chauves-souris, les 5 200 espèces de papillons (papillons de jour et papillons de nuit) de France jouent un rôle important dans le bon fonctionnement de la nature. Leur déclin - 71 % sur 20 ans ! - est révélateur des pressions exercées sur l'environnement. Noë Conservation a lancé un réseau citoyen d'observation de cette évolution, en se basant sur l'attractivité des jardins : « Avec la raréfaction de leurs milieux de vie, le rôle des jardins dans la conservation des papillons devient aujourd'hui de plus en plus important. En France, les jardins couvrent plus d'un million d'hectares, soit 4 fois plus que la superficie de toutes les réserves naturelles réunies ! Si nos jardins accueillent demain plus de papillons, l'impact peut donc être très important, non seulement pour les papillons mais aussi pour toute la nature qui nous entoure ! ». L'implication des jardiniers est une forme de sensibilisations aux enjeux de bonnes pratiques. Des naturalistes, des gestionnaires d'espaces naturels et des scientifiques sont associé à ce programme « Papillons & Jardin ». Les résultats de ces observations et les conseils pratiques sont apportés sur le site Internet de Noë. Le succès de l'opération a amené l'association à créer un autre réseau d'observation, celui de l'escargot, autre espèce emblématique des jardins.

www.noeconservation.org

### e- Certaines espèces s'adaptent… trop bien

Les habitats de certains animaux sont intégrés par l'expansion de la ville (ex : blaireau, sangliers, chevreuils) et les espèces concernées doivent disparaître, chercher un autre territoire ou s'adapter. Certaines espèces s'adaptent aux conditions urbaines ou à une condition en particulier. Dans ce dernier cas, l'adaptation spécifique lui permet de survivre, éventuellement au détriment d'une autre espèce voisine qui ne s'adapte pas. Il peut en résulter un appauvrissement de la biodiversité par disparition des espèces concurrencées. Il existe plusieurs types d'adaptation :

Adaptation à une condition particulière pour survivre : C'est le cas des oiseaux qui changent la fréquence de leur chant pour ne pas « entrer en compétition » avec les fréquences du bruit ambiant des villes.

Adaptation à une condition particulière et concurrence directe avec une ou des autres espèces : C'est aussi le cas des pipistrelles qui profitent de l'attraction des insectes par cette lumière, ou des étourneaux qui échappent ainsi à leurs prédateurs.

Adaptation à un biotope : L'association Ornithologique et Mammologique de Saône-et-Loire a repéré des espèces avicoles exceptionnelles dans les friches industrielles (zone Coriolis de Torcy) comme le courlis de terre ou la bécasse sourde[43].

Adaptation aux ressources nutritives de la ville : D'autres font évoluer leur régime alimentaire pour profiter de la nourriture omniprésente en ville, souvent des déchets ou résidus de nourriture. Ces espèces se sont habituées aux conditions particulières de la ville et ont appris à en exploiter les ressources. On cite souvent l'exemple du renard qui devient même familier, à tel point qu'on évoque le phénomène de « renard urbain ». Certaines espèces sont qualifiées de commensales (qui prélève de la nourriture à son hôte sans qu'il y ait bénéfice réciproque, mais sans exploitation parasitaire), comme les souris, les goélands, les pigeons par exemple.

**Le bruit de la ville change les chants des oiseaux**

En étudiant les chants d'oiseaux adaptés à la vie urbaine, des chercheurs[44] ont pu déterminer l'influence de facteurs environnementaux sur leur comportement et les adaptations qu'ils mettent en œuvre pour s'adapter au bruit ambiant des villes. Ils ont comparé les chants de la Mésange charbonnière (Parus major) avec ceux des mésanges des sites forestiers voisins. Les résultats ont permis de montrer que, pour les sons nuptiaux et territoriaux, les phrases étaient plus courtes et plus rapides en ville que dans les bois. La mésange charbonnière ajuste ses chants en abandonnant les fréquences basses. Cette adaptation semble essentielle pour qu'elle puisse prospérer malgré le bruit.

[43] « L'Avifaune de la Communauté Creusot-Montceau », Samy Mezani, Conservatoire des Sites Naturels Bourguignons – n°2, décembre 2009

[44] Slabbekoorn et Ardie den Boer-Visser de l'Université de Leiden (Pays-Bas) ont été publiées dans le numéro du 5 décembre 2006 de la revue Current Biology (www.current-biology.com).

### f- Cas particulier des espèces invasives

Lorsqu'on introduit une espèce végétale ou animale, son adaptation au nouveau milieu est toujours imprévisible. De tout temps, l'Homme a transporté, introduit ou cultivé de nombreuses plantes et animaux exotiques. Mais parfois ces espèces introduites s'adaptent trop bien et perturbent l'équilibre écologique (la renouée du Japon, la tortue de Floride, le lapin en Australie) ou induisent des problèmes de santé publique (l'ambroisie) ou d'économie (les parasites de cultures).

**Invasion de coccinelles asiatiques :**
Introduite très localement en Europe pour la lutte biologique, cette espèce, facile à produire en conditions industrielles, s'est particulièrement bien adaptée. Elle peut s'attaquer à d'autres insectes que les pucerons (des psylles, des cochenilles, mais aussi des larves d'autres coccinelles) ainsi qu'aux fruits de manière plus anecdotique. Dans le Nord Est de la France et le Bassin parisien, on assiste à des pullulations de coccinelles d'origine asiatique. Elles se regroupent par centaines ou milliers sur les murs des habitations ou à l'intérieur pour y passer l'hiver. Inoffensive, ces pullulations sont toutefois impressionnantes. Un site Web, "L'observatoire français d'Harmonia" rassemble les informations sur la progression de ces pullulations

http://perso.orange.fr/vinc.ternois/cote_nature/Harmonia_axyridis/index.htm

Elles sont qualifiées d'**invasives** quand elles se développent sur la niche écologique d'une autre espèce autochtone en la supprimant progressivement. On peut citer le cas récent des coccinelles asiatiques[45] qui concurrencent les coccinelles à sept points, ou de l'écureuil gris[46] qui menace de plus en plus l'écureuil rouge en France. Parmi les espèces végétales invasives, la Jussie a été introduite à des fins ornementales en Europe. Elle s'est acclimatée et colonise progressivement tous les plans d'eau calme. En France, les deux espèces, *Ludwigia grandiflora* et de *Ludwigia peploides,* font l'objet d'un arrêté ministériel interdisant « sur tout le territoire métropolitain et en tout temps, le colportage, la mise en vente, la vente, l'achat, l'utilisation ainsi que l'introduction dans le milieu naturel, volontaire, par négligence ou par imprudence de tout spécimen » (Arrêté du 2 mai 2007, JO n°114 du 17 mai 2007).

**ENCART espèces commensales, exemple du pigeon biset**. Originaire à l'état sauvage de milieu rupestre, cette espèce a été domestiquée et utilisée puis est revenue à l'état sauvage en adoptant comme lieu de vie les centres urbains, avec ses églises, et monuments pour s'y percher. Il bénéficie de la présence de l'Homme en élargissant son régime alimentaire granivore à tous les déchets alimentaires des habitants. Il doit depuis quelques décennies affronter la concurrence croissante des étourneaux sansonnets et des mouettes ou goélands qui ne partagent cependant pas tout à fait sa niche écologique. Le développement du pigeon biset s'explique aussi par l'effet de la lumière artificielle sur sa reproduction en provoquant un développement précoce des gonades. Cela explique le nombre élevé de nichées. Sa pullulation pose des problèmes d'entretien des bâtiments et monuments du fait que les fientes sont corrosives. Des problèmes existent aussi sur la santé humaine à cause des particules allergènes qu'il véhicule et transmet (bactéries, parasites et virus dont la grippe aviaire).

### g- Conclusion : l'écosystème « ville », entre pluralité de micro-écosystèmes et système ouvert

Comme le soulignait Nathalie Blanc, la ville est fragmentée dans sa naturalité. On pourrait rajouter « dans ses écosystèmes ». L'écosystème, unité de nature dans laquelle les plantes, les animaux et l'habitat interagissent, se caractérise par les échanges entre ses êtres vivants. En ville, les écosystèmes se visualisent assez facilement par la taille des espaces de verdure, qui abritent plus ou moins d'espèces animales. À chaque type d'espace correspondent des enjeux d'aménagement pour que s'établisse un équilibre entre installation d'une biodiversité ordinaire (services écosystémiques), esthétisme (fonction socioculturelle) et préservation de la qualité des milieux (air, eau, sol). On distingue ainsi[47] :

- **Les très petits espaces** : Les pieds d'arbres, les bords de route. L'enjeu de ces espaces est de limiter l'intoxication du sol (déjections animales, sels des routes, désherbants, compaction excessive de la terre…) et de redonner sa fonctionnalité à cet espace de sol non artificialisé. Avec un aménagement minimum de fleurissement ou même de flore spontanée, le sol peut

[45] http://www.inra.fr/la_science_et_vous/apprendre_experimenter/questions_d_actu/2007/invasion_par_les_coccinelles_asiatiques

[46] http://www.notre-planete.info/actualites/actu_938_ecureuil_gris_rouge.php

[47] Présentation à la journée nationale de formation Cédis pour élus « Biodiversité et nature en ville », Christine Coulomb - Jardins de Merlettes - 29 mai 2010

retrouver un peu de vie microbienne et recouvrer une capacité de filtration de l'eau (proportionnelle à sa surface), bénéfique à l'arbre et au système sol-plante. Une entomofaune du sol peut s'installer sur ce micro-écosystème. Dans cette catégorie on pourrait inclure les toitures végétalisées, dont l'enjeu essentiel est la limitation du ruissellement des eaux de pluies, et le confort thermique des habitations ; le fleurissement des balcons qui participe à la vie de l'entomofaune (abeilles, syrphes, moucherons…) et donc à celle des oiseaux.

- **Les espaces délaissés, ou friches** : L'enjeu est de redonner de l'attrait à un secteur de la ville ou de quartier qui se dégrade. Sur ces zones en attente de projet urbain, une flore se met progressivement en place si « l'entretien » en laisse la possibilité. Il est possible de laisser une flore spécifique de terrain dégradé se mettre en place, mais l'aspect d'abandon contribue à l'engrenage de dégradation par les individus. Certaines initiatives de jardin partagé voient le jour dans ces lieux délaissés, lorsque les mairies les autorisent. Elles contribuent à redonner une vie sociale au quartier.

- **Les surfaces verticales** : Les façades ont un rôle non seulement lorsqu'elles sont végétalisées, mais aussi en tant que surface minérale pour les oiseaux rupestres, les petits reptiles, lichens et autres. Elles ne doivent pas être trop lisses, et laisser des anfractuosités et possibilité de nidification (sous les corniches par exemple). L'enjeu des surfaces végétalisées est d'apporter du confort thermique, de limiter le rayonnement estival, d'abriter une petite faune. Mais accepter une activité biologique sur les façades est encore souvent synonyme de dégradation (lierre, mousses, nids d'oiseaux ou de guêpes…).

- **Les petits espaces verts, squares ou jardinets privatifs** : L'enjeu est essentiellement esthétique et agrément de proximité. Il est aussi de profiter du complexe sol/plantes pour absorber les eaux de pluies et éventuellement absorber les polluants de l'air. Le paillage du sol limitera l'invasion d'herbes indésirables et donc l'emploi de pesticides, et favorisera la pénétration et la rétention de l'eau dans le sol. Un choix d'espèces compatibles avec les conditions du milieu (fort rayonnement solaire par les façades minérales, arrosage par l'eau de pluie, sol, exposition) permettra de limiter les interventions humaines, et donc le coût d'entretien. La variété des formes, des volumes, des espèces de végétaux favorisera la biodiversité en offrant des abris pour différentes espèces animales. Les strates végétales jouent un rôle important dans l'accueil de la faune.

- **Les espaces verts urbains, d'immeubles ou d'entreprise** : Plus les espaces verts et parcs sont grands, plus il y a de micro ou méso-écosystèmes qui coexistent. La taille du parc permet toutefois d'offrir des conditions de vie à une certaine faune, petits rongeurs, oiseaux, qui y trouvent abri et nourriture. L'enjeu est de favoriser la diversité des espèces et des habitats (en laissant quelques tas de bois mort, des arbres creux, en faisant un fauchage tardif sur certaines parties, etc.). Les enjeux concernent tous les services (socioculturel, qualité de l'air, de l'eau, des sols, de la diversité biologique…).

Plus largement se pose la question de la ville comme écosystème. C'est la question de Nicole Mathieu : « ***La nature en ville peut-elle constituer un système naturel qui contribuerait à la préservation de l'environnement ?*** »[48].

Emmanuel Lierdeman, chargé d'enseignement HES en Gestion de la Nature, explique que l'écosystème urbain est bien un système vivant organisé, au même titre qu'une forêt ou un marais, avec ses composantes minérales, végétales, animales, fongiques, bactériennes, (…). Mais il a aussi ses propres stocks et flux, et ses boucles de régulation. Jusqu'à quel point cet écosystème urbain est-il un écosystème comme les autres ? Pour Caroline Rondel, le premier problème posé par l'écosystème urbain est relatif aux flux d'énergie et de matière, et notamment au bouclage de ces flux. En effet, les différentes étapes de la vie des produits, de leur production primaire, à leur

[48] « Repenser la nature dans les villes : un enjeu pour la géographie » - Nicole Mathieu CNRS

consommation puis à leur recyclage, sont bien souvent déconnectées géographiquement. Cela se traduit par des déficits de matière ou d'énergie et des excédents de déchets qui s'aggravent parallèlement sans arriver à se compenser. Les cycles sont non bouclés. Plus ces boucles sont rompues, plus les déséquilibres s'aggravent, et plus l'écosystème urbain vit au détriment des autres écosystèmes sans leur restituer ce qu'il leur prend, et plus la durabilité de l'un et des autres est compromise. Pour Caroline Rondel, au-delà de l'idée de « Nature en Ville », le concept d'écosystème urbain permet d'affirmer que la ville est bien un écosystème, mais un écosystème très ouvert, entièrement tributaire de l'extérieur pour toutes ses consommations d'énergie et de matière. Il est donc à la fois très fragile et fragilisateur de la biosphère dans son ensemble.

La nature urbaine contribue à la préservation de l'environnement en limitant, bien que modestement, l'effet fragilisateur des villes sur la biosphère. La ville dans son ensemble est un écosystème beaucoup trop ouvert pour être considéré comme tel. Elle offre toutefois des conditions particulières de milieu pour les végétaux et animaux :

- C'est un milieu avant tout rupestre car minéral et vertical.
- Les conditions climatiques diffèrent légèrement mais significativement de la campagne voisine avec des températures plus élevées en moyenne.
- Elle offre une alimentation disponible et abondante, les abris et refuges arbustifs sont disséminés par taches dans les squares, jardins, espaces verts et parcs.

Ces caractéristiques de milieu opèrent une sélection parmi les espèces, certaines s'adaptent, d'autres ne peuvent y vivre.

### 2.2.3 Lutte contre la pollution atmosphérique et le réchauffement climatique

*Les vagues de chaleur sont particulièrement sensibles en ville, à cause de la densité de l'habitat et du manque d'espaces verts. Par rapport à ses environs, une ville est plus chaude le jour et se refroidit moins la nuit, c'est l'effet des « îlots de chaleur urbains ». L'augmentation des températures interfère avec la concentration des polluants de l'air urbain et favorise la formation d'ozone. La végétation apporte de la fraîcheur, par l'effet de l'ombrage des arbres mais aussi par le phénomène physique d'évapotranspiration. Les plans d'eau ou les rivières qui traversent et structurent les villes sont des zones de tampon thermique. Les mesures existantes permettent de mieux comprendre l'enjeu du végétal en ville, notamment dans le contexte de changement climatique.*

**a- Rôles des végétaux pour lutter contre la pollution atmosphérique**

La présence de rideaux d'arbres contribue à améliorer la qualité de l'air, en particulier en filtrant les particules fines. À l'opposé, il faut signaler l'apport de pollens allergisants. Pour caractériser le niveau de pollution atmosphérique, des espèces sentinelles sont utilisées (cf. page 33).

Robert Perroulaz, dendrologue à l'école HES de Genève[49], rapporte les mesures de qualité de l'air d'une ville comme Washington DC. Par leur respiration et transpiration, les arbres provoquent des échanges de gaz qui permettent entre autres de capturer les particules fines qui sont causes de multiples problèmes de santé. Un arbre mature permet d'intercepter 25 kg de particules fines par an (Dwyer & al). L'arbre a la capacité de soustraire de l'environnement des polluants toxiques tels que le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et l'ozone. L'étendue de cette action dépend bien entendu de sa quantité de feuilles et de la qualité de ses stomates. La concentration d'ozone augmente de 1 % avec l'augmentation de la température de 1 °C (Dwyer & al). Non seulement les arbres permettent d'absorber directement une partie de l'ozone, mais également d'en réduire la concentration en abaissant la température estivale dans la ville.

*Exemple : réduction de coûts occasionnés par la pollution de l'air grâce aux arbres de la capitale américaine :*

| Calcul de la diminution de la pollution atmosphérique par les arbres des parcs de Washington DC en 2005 | | | |
|---|---|---|---|
| Type de polluants | Tonnes de polluants éliminés | Dollars par tonne de polluants éliminés | Valeur de l'élimination des polluants |
| Dioxyde de carbone | 10.4 tonnes | $ 870 | $ 9'089 |
| Dioxyde d'azote | 43.7 tonnes | $ 6127 | $ 267'572 |
| Ozone | 83.7 tonnes | $ 6127 | $ 512'771 |
| Particules fines | 70.3 tonnes | $ 4091 | $ 287'709 |
| Dioxyde de soufre | 35.5 tonnes | $ 1500 | $ 53'246 |
| Total | 234.6 tonnes | ------- | $ 1'130'000 |
| 60.5% de la surface totale des parcs de Washington DC sont couverts par des arbres soit 1958.2 hectares | | | |

Sources : Peter Harnik & Ben Welle, Measuring the economic value of a City park system, 2009 - http://walkandbikeforlife.org/

À Paris, certains arbres très exposés au bord du périphérique végètent, d'autres ont des nécroses marginales. Bien que cette pollution ne soit pas la source principale de stress (elle vient après les déjections animales, les épandages de détergents ou de sels), cette cause n'est pas exclue. Pour caractériser ces pollutions atmosphériques, la Direction des Espaces verts et de l'environnement de la

[49] http://urbanites.rsr.ch/laboratoire-de-la-ville-du-futur/

Ville de Paris a mis en place un réseau de mesure de pollution par des bio-indicateurs, les lichens[50]. L'observation de la croissance ou de la régression des lichens sensibles permet d'indiquer la variation de la qualité de l'air. Ces variations sont très importantes d'un site à l'autre, et **un gradient est observé entre la périphérie d'un espace vert et son centre**. Le niveau optimum n'est atteint qu'au parc de Bagatelle, au cœur du bois de Boulogne. Sur l'ensemble du réseau de mesures parisien, des améliorations de la qualité de l'air ont été enregistrées dans 20 % des cas.

**Des murs végétaux pour dépolluer l'air des gares :**

source : www.univers-nature.com

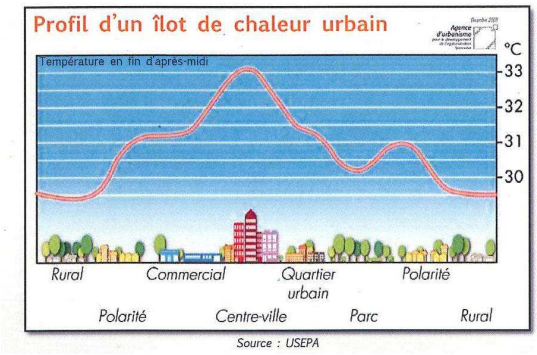
« La gare SNCF parisienne de Magenta, dédiée au trafic de banlieue, inaugure le premier mur végétal dépolluant en espace clos au monde. Installé à 8 m du sol, sur le passage de 70 000 voyageurs quotidiens, il forme une surface végétale de 14 x 5 m composée de plus de 3 000 plantes de 31 espèces végétales différentes. Parmi ces plantes, l'œil averti distinguera l'araignée (chlorophytum comosum), qui absorbe le monoxyde de carbone, le formaldéhide, le toluène et le xylène; le lierre (hedera helix), pour absorber le formaldéhyde, le benzène et le xylène ; ou encore le philodendron (philodendron scandens) contre le formaldéhyde et le trichloréthylène.

Pascal Farcy Photo © SNCF - Yolande Freyer

Installé à 8 m du sol pour éviter les dégradations, ce mur végétal dépolluant pèse près de 18 tonnes. Les capacités d'épuration de l'air par les plantes ont été mises en évidence dans les années 1980. Réalisés pour le compte de la NASA, les premiers travaux scientifiques avaient pour objectif la purification de l'air des engins spatiaux, navettes et stations orbitales. Dans le cas présent, le principe de dépollution met en œuvre deux pompes qui dirigent l'air de la gare vers le mur végétal. Les particules polluantes se fixent alors dans la terre, laquelle joue un rôle de stockage, de filtration et de transformation via l'activité des micro-organismes présents, simultanément à l'action assainissante du feuillage et des racines. Expérimental, ce mur doit faire la preuve de son efficacité. À cette fin, des mesures de qualité de l'air ont été réalisées avant son installation et seront comparées à de nouvelles évaluations dans un an. Si le test s'avère concluant, il est vraisemblable que des réalisations semblables voient le jour dans d'autres espaces ferroviaires confinés. »

### b- Les îlots de chaleur en ville

Des mesures récentes (été 2009) dans la ville de Rotterdam[51] montrent que la température nocturne de la ville est plus chaude de 7 °C que la campagne avoisinante. Dans la journée, la ville est plus chaude de 2 °C mais la température dans un de ses parcs avait un écart de 4,4 °C avec la zone urbaine. Ces mesures confirment les observations du CERTU[52] qui estime que les écarts de températures entre un parc urbain et ses environs vont de 1 °C à 7 °C. La différence la plus importante est obtenue aux abords de grands parcs arborés et baignés par une rivière.




On appelle « **îlot de chaleur** » l'effet modificateur des conditions climatiques de la ville par rapport aux zones qui l'entourent. Ces modifications sont chiffrées dans le tableau suivant (d'après M. Horbert, 16), pour l'Europe du Nord (1978).

[50] « Les Plantes indicatrices de pollution, suivi des lichens à Paris », communication de Frédéric Pelletier, Ville de Paris. Journée « Jardins, environnement et santé » - 4 février 2010, SNHF

[51] http://www.notre-planete.info/actualites/

[52] http://www.certu.fr/fr/_Ville_et_environnement-n29/Nature_en_ville-n140/

*Paramètres influençant le phénomène d'îlot urbain (extrait du document : « Lutte contre les îlots de chaleur urbains », référentiel Conception et gestion des espaces publics – 2010 – Grand Lyon)*

*(Sont notées en rouge, les interactions entre la composition urbaine, l'aménagement des espaces publics et les paramètres influençant les îlots de chaleur).*

| Phénomène microclimatique | Paramètres |
|---|---|
| Rétention de la chaleur | Propriétés radiatives et thermiques des matériaux (albédo)<br>Géométrie des canyons urbains<br>Exposition du relief au rayonnement solaire<br>Exposition des canyons urbains et des façades au rayonnement solaire<br>Absence d'ombrage<br>Pollution atmosphérique |
| Perturbation de la dynamique des masses d'air | Topographie<br>Géométrie des canyons urbains<br>Rugosité du tissu urbain |
| Réduction de l'évapotranspiration | Imperméabilité des surfaces<br>Rareté des masses d'eau<br>Rareté de la végétation |
| Émission de chaleur par les activités anthropiques | Chaleur émise par les transports<br>Chaleur émise par les bâtiments (hors industrie)<br>Chaleur émise par l'industrie<br>Chaleur émise par le métabolisme humain |

*Comparaison des paramètres climatiques entre la ville et sa périphérie (source : J.-L. Izard)*

| Paramètres climatiques | Caractéristiques en ville | | Comparaison avec périphérie |
|---|---|---|---|
| **Pollution air** | Condensation | | 10 fois plus |
| Pollution gaz | | 5 à 25 fois plus | |
| **Rayonnement solaire** | Rayonnement global | | 15 à 20 % en moins |
| Ultraviolet hiver | | 30 % inférieur | |
| Ultraviolet été | | 5 % inférieur | |
| Durée ensoleillement | | 5 à 15 % inférieure | |
| **Température d'air** | Moyenne annuelle | | 0,5 à 1,5 °C supérieure |
| Moyenne jours ensoleillés | | 2 à 6 °C supérieure | |
| **Vitesse de vent** | Moyenne annuelle | | 10 à 20 % inférieure |
| Jours de calme | | 5 à 20 % en plus | |
| **Humidité relative** | Hiver | | 2 % inférieure |
| Eté | | 8 à 10 % inférieure | |
| **Nébulosité** | Couverture nuageuse | | 5 à 10 % supérieure |
| "Fog" hiver | | 100 % en plus | |
| "Fog" été | | 30 % en plus | |
| **Précipitations** | Total annuel | | 5 à 10 % en plus |
| Jours à moins de 5mm | | 10 % de plus | |
| Chutes de neige | | 5 % en moins | |

### c- Le confort thermique et la végétation

La température et l'hygrométrie de l'air dépendent de la nature de la surface urbaine. On en distingue trois catégories[53] :

- Les surfaces couvertes de végétation (herbe, taillis) qui favorisent l'évapotranspiration d'eau et réduisent le réchauffement de l'air. Cette propriété de la végétation, appelé rafraîchissement par évaporation, est utilisée pour le confort d'été.

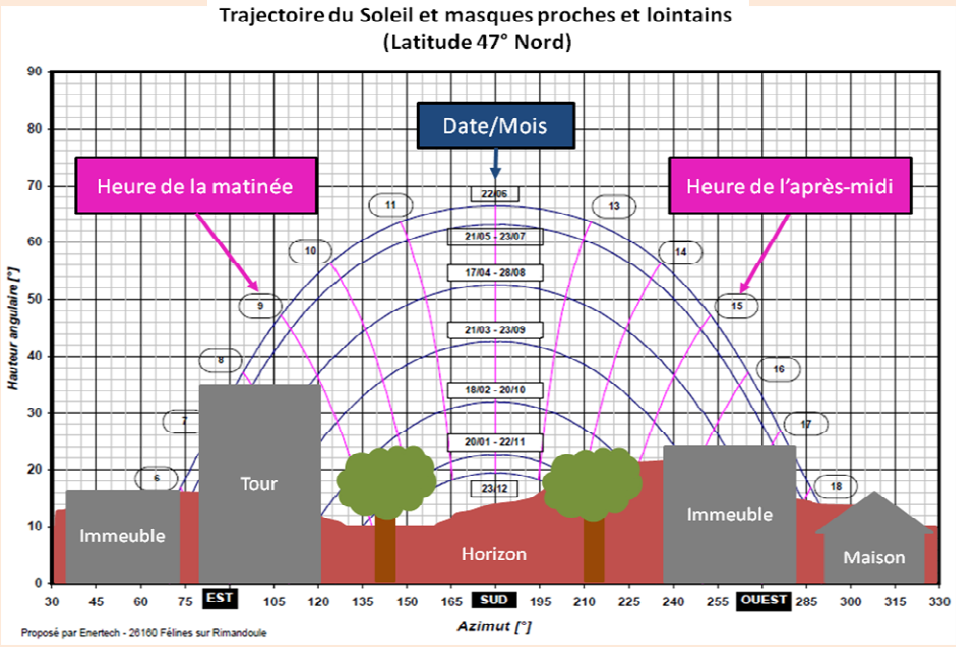
- Les surfaces minérales à forte inertie (roches, sables, béton, pavés, macadam…) qui stockent la chaleur durant les journées ensoleillées et rayonnent en début de soirée. Cela a pour effet de retarder la chute des températures nocturnes. Ceci est d'autant plus vrai si les surfaces sont de couleur sombre, c'est l'albédo.

- Les étendues d'eau qui stockent une grande quantité de calories. L'eau agit comme un volant thermique en réémettant ou en absorbant la chaleur par rayonnement et convection, respectivement lors des chutes ou des hausses de température, et réduit ainsi les amplitudes des variations de températures de l'air. La restitution de la chaleur est plus lente qu'avec les sols minéraux. Un lac ou même un étang peut tempérer les amplitudes de température. L'effet est proportionnel à la taille de la surface d'eau. Les plans d'eau ont un rôle de volant thermique jour/nuit, leur température croît modérément pendant la journée et diminue peu pendant la nuit.

En pratique, l'utilisation de la végétation environnante est conseillée dans la construction de quartiers ou d'habitations. Elle permet de moduler les apports solaires en fonction des saisons, de façon positive en hiver, négative en été.

**Un diagramme pour estimer les ombres portées par les bâtiments et les arbres en ville**

Ce diagramme permet d'estimer la durée de l'ombre portée des éléments proches, bâtiments et arbres. L'ombre varie en fonction de la hauteur des éléments avoisinants (ordonnée), en fonction de leur orientation (abscisse), en fonction de l'époque de l'année (courbes mensuelles en cloche). La ligne d'horizon correspond à l'ensemble des éléments qui interceptent les rayons du soleil dans l'environnement moins proche du point analysé.

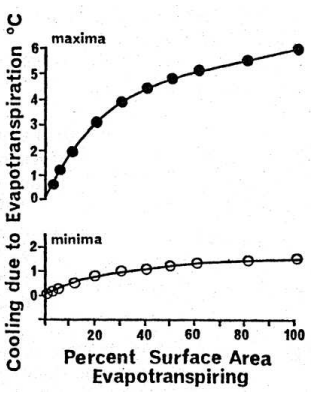



*Compléments pédagogiques au diagramme : Alterre Bourgogne*

[53] [La Conception bioclimatique des maisons confortables et économiques.] p.57 et 126

On distingue deux grands types d'effet du végétal urbain : celui des arbres et des espaces verts qui ont un rôle modérateur de **l'effet d'îlot de chaleur urbain** ; celui des surfaces végétales dont le rôle se limite au **microclimat des espaces urbains**. L'effet des végétaux peut se subdiviser en trois grands effets :

- L'effet de refroidissement de l'air par échanges gazeux (vapeur d'eau). Chaque gramme d'eau consomme 600 Cal de l'air pour s'évaporer.
- L'effet d'ombrage des espaces urbains. Il varie avec la taille de l'ombre portée et la taille de la canopée.
- L'effet sur les écoulements de l'air dans les espaces urbains qui explique en partie les différences de températures constatées entre rues et espaces dégagés. La rugosité des surfaces végétales limite également la fluidité de l'air et a un effet brise-vent.




*Effet de refroidissement par évapotranspiration en fonction du taux de surfaces évapotranspirantes dans la ville (d'après Oke)*[54]

Le refroidissement dû à l'évapotranspiration croît (jusqu'à - 6 °C) avec le taux de **surfaces évapotranspirantes** (c'est-à-dire vertes) de l'ensemble de la ville. Les premiers 20 à 30 % de ces surfaces sont les plus efficaces (- 3 °C). L'effet de refroidissement est plus marqué sur les températures maximales que sur les minimales, c'est-à-dire en période diurne.

L'effet de refroidissement des parcs urbains est d'autant plus important que le parc est grand.

Jean-Louis IZARD[55] a analysé de façon détaillée les effets du végétal, arbres, pelouses, treilles, lierre, sur le confort thermique des villes. Nous reprenons ici les principaux enseignements.

### d- Rôle des arbres

Le rôle de l'arbre urbain a été étudié par E. Linacre. Il a classé ses divers effets selon les échelles où il est utilisé :

*Effets des arbres urbains selon l'échelle de mise en œuvre dans une ville dépassant le million d'habitants (d'après E. Linacre)*

| : Unité/ échelle | Forme construite | Situation arbre | Phénomène climatique concerné | Haut. (m) | Larg. (m) | Long. (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bâtiment** | Jardin | Arbre isolé | Sillage aéraulique, ombre | 10 | 10 | 10 |
| **Canyon** | Rue | Arbre d'alignement sur avenue, mail. | Tourbillon, ombre, température | 10 | 30 | 300 |
| **Quartier** | Ilot urbain, usine | Parc urbain, bois | Brise locale | | 500 | 5000 |
| **Zone urbaine** | Centre ville résidentiel, industriel | Ceinture verte, forêt suburbaine | Qualité de l'air, topoclimat | | 5000 | 5000 |
| **Ville** | Totalité Aire construite | Forêt urbaine | Modification chaleur, humidité, brise urbaine, dôme pollution, précipitations | | 25km | 25km |

[54] EnviroBAT-Méditerranée – Le végétal urbain - Jean-Louis IZARD – novembre 2006

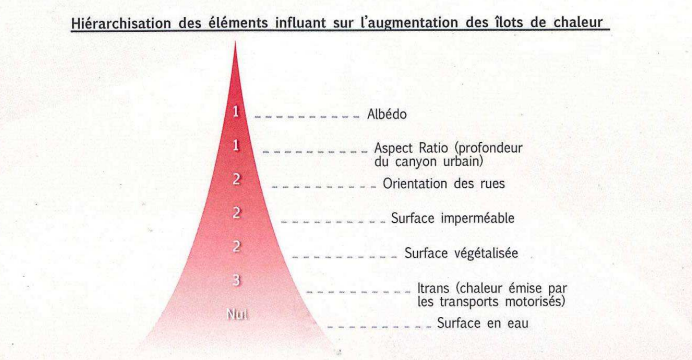
[55] EnviroBAT-Méditerranée – Le végétal urbain - Jean-Louis IZARD – novembre 2006

L’effet de l'ombre des arbres n'a pas un effet direct très marqué sur la température de l'air. Par contre, cette ombre réduit considérablement les apports solaires (directs et indirects) sur les surfaces des bâtiments et des équipements, ce qui réduit les apports de chaleur internes et donc le phénomène d’inconfort dans l’habitat.

L'ombre effective des arbres sur le sol ou sur les façades environnantes dépend de deux phénomènes, l'ombre portée par la forme de la canopée et la transmission solaire de celle-ci. Le premier phénomène permet de répondre à la question : « Quelles sont les surfaces d'un sol ou de façades de bâtiments soumises à l'ombre d'un arbre pendant une journée en fonction de la période de l'année ? ». Le second permet la réponse à la question : « Quel est le taux d'ombrage obtenu dans les zones sous influence de l'ombre de la canopée ? ».

**Albédo et îlot de chaleur**

L'albédo du système Terre-Atmosphère est la fraction de l'énergie solaire qui est réfléchie vers l'espace. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Plus une surface est réfléchissante, plus son albédo est élevé[56]. L’albédo des surfaces minérales de la ville participe à l’augmentation du rayonnement solaire net et donc favorise l’effet îlot de chaleur. L’albédo des villes européennes est de 0,15 à 0,30[57]. Une augmentation de l’albédo de 0,20 à 0,45 permettrait de réduire la température jusqu’à 4 °C les après-midi d’été. C’est le principal facteur influençant le phénomène d’îlot de chaleur urbain. Dans le diagramme ci-dessous, les éléments qui ont la valeur de 1 ont l’influence la plus forte, et 3 la moins forte.




L’eau a un rang nul car une surface en eau provoque à sa verticale un îlot d’intensité nulle.

*source : Le Grand Lyon*

J.-L. Izard insiste aussi sur le rôle important de l’âge et de l’état sanitaire de l’arbre en ville sur son développement et sa capacité à fournir de l’ombre. Un arbre en bonne santé, planté dans de bonnes conditions participera d’autant mieux au confort thermique urbain. Il rappelle qu’un arbre isolé, surtout quand il est jeune, est en situation défavorable : flux radiatifs solaires et thermiques accrus, air plus chaud par convection naturelle si la surface est minérale et absorbante, ce qui est souvent le cas en ville. Tous ces facteurs augmentent le stress thermique de l’arbre, et diminuent l’évapotranspiration par fermeture des stomates, augmentant donc encore plus la température de son feuillage. Lorsque l’arbre d’alignement est adulte et qu’il forme avec ses voisins une voûte végétale continue (canopée), les perturbations sont moindres et l’évapotranspiration peut ainsi se produire.

[56] http://www.futura-sciences.com/fr/definition/t/univers-1/d/albedo_1023/

[57] « Lutte contre les îlots de chaleur urbains », référentiel Conception et gestion des espaces publics – 2010 – Grand Lyon

### e- Rôle des pelouses

Les pelouses présentent un intérêt thermique certain. En effet, deux phénomènes favorables se conjuguent lors d'un ensoleillement pour une pelouse humide : l'albédo et le rafraîchissement localisé, par convection, due à l'évapotranspiration. Un sol nu et sombre (terre battue, goudron) absorbera plus de rayonnement thermique solaire car son albédo est plus faible que celui d'une pelouse. Un sol nu ne bénéficie pas du refroidissement de l'air que provoque l'évapotranspiration de l'herbe. La chaleur emmagasinée par le sol nu et sombre sera restituée et participera au phénomène d'îlot de chaleur urbain. Ces différences expliquent que la température du sol nu soit plus élevée (42 °C) que celle d'une pelouse humide (31 °C), comme le montre le tableau des mesures thermiques faites dans un parc d'Aix-en-Provence par J.-L. Izard et Destobbeleire (température extérieure de 26 °C).

| Nature du sol | Température de surface au soleil | Température de surface à l'ombre |
|---|---|---|
| Pelouse humide | 31 °C | 24 °C |
| Allée terre battue | 42 °C | 25 °C |

*Températures comparées de surfaces minérales et engazonnées au soleil et à l'ombre dans un parc urbain à Aix-en-Provence.*

Avec la progression de l'ombre portée, l'allée se refroidit progressivement. La température au sol passe de 42 °C à 25 °C sur une distance de l'ordre de 1 m. Sur pelouse, la température évolue moins (de 31°C à 25 °C), ce qui révèle une quasi-absence d'inertie d'absorption de la pelouse humide.

**Cas particulier des toitures végétalisées**. Extrait du Moniteur, interview de Pierre Georgel, vice-président de l'association pour le développement et l'innovation en végétalisation extensive des toitures (Adivet).

Techniquement, la végétalisation préserve l'étanchéité. En effet, la température d'une toiture étanchée peut atteindre 80 °C en été au soleil et descendre jusqu'à - 15 °C en hiver, soit une amplitude de 95 °C qui provoque microfissures et craquèlements. Un phénomène encore amplifié par les UV. Le complexe végétal réduit cette amplitude thermique avec 35 °C en été et - 5 °C en hiver, ce qui double la durée de vie de l'étanchéité. Autre atout, la végétalisation freine les effets de la pollution en retenant les poussières d'hydrocarbures. En effet, les pluies fixent ces particules dans le substrat, où les bactéries présentes naturellement les dégradent. Non seulement l'air est assaini, mais la rétention de l'eau, à hauteur de 50 % des petites pluies (< 10 mm) de l'année, ralentit et limite le rejet des eaux d'orage dans les réseaux d'évacuation. L'écrêtage de ces pluies réduit les risques d'inondation et constitue une alternative économique aux coûteux bassins d'orage. En matière de confort, elle diminue la température estivale des pièces situées juste au-dessous. Sur le plan acoustique, elle absorbe les bruits et limite leur réflexion. Elle isole aussi l'intérieur des bâtiments des bruits aériens et extérieurs. La différence est de 3 dB(A) en moyenne. Enfin, contrairement aux surfaces minérales, la végétalisation varie d'une saison à l'autre par les couleurs et la floraison, ce qui enrichit le paysage urbain et contribue au développement de la biodiversité dans les villes.

### 2.2.4 Le sol : artificialisation et artificialité

*Les sols urbains et suburbains sont constitués de matériaux très divers. Des matériaux d'origine industrielle ou domestique, de même que des débris de constructions plus anciennes, sont souvent présents ou ont été rapportés. Ils gardent aussi l'empreinte du passé*[58] *(anciennes voiries ou anciennes constructions, implantations d'usine et pollutions anciennes…).*

*Fortement imperméabilisés et recouverts de revêtements artificiels, bitume, pavement, etc., les sols urbains sont très peu utilisés pour leurs propriétés épuratrice et biologique. Ils sont avant tout un support de bâti ou d'infrastructure et servent de matériaux. Dans une démarche de ville durable, il serait intéressant de mieux utiliser les fonctions et fonctionnalités des sols.*

**a- La ville bouleverse les fonctionnalités du sol**

Le sol constitue le support de toutes les activités humaines et de la plupart des écosystèmes. Il assure 3 grandes fonctions :

- Une fonction environnementale : le sol est intimement lié aux autres compartiments de l'environnement, l'air, l'eau et la biosphère. Il assure une fonction régulatrice et épuratrice et a aussi un rôle tampon.
- Une fonction de production : production alimentaire et agricole (champs, jardins…), production à but énergétique (cultures énergétiques, bois…) et production de matériaux (terres, gravats, roches…)
- Une fonction de support : implantation des bâtiments, des infrastructures. À ce titre, il est un héritage culturel des paysages et de notre histoire.

Ces fonctions interagissent entre elles de par les mécanismes complexes du sol :

- **Il est le berceau des cycles biogéochimiques** : altération des minéraux, libération d'éléments nutritifs, recyclage des éléments nutritifs et du carbone pour produire une nouvelle biomasse, décomposition des matériaux toxiques par la faune et la flore du sol…
- **Il est une composante importante dans le cycle de l'eau** : infiltration de l'eau, stockage de l'eau pour assurer l'alimentation des racines, ruissellement en surface ou sur une couche imperméable de sol, réservoir sollicité lors de l'évapotranspiration…
- **Il contribue au stockage, à l'élimination ou la restitution** de certains éléments, nutritifs ou polluants : le complexe argilo-humique permet d'adsorber les éléments qui pourront ensuite être restitués au milieu et aux racines, ou être dégradés par les micro-organismes du sol ou être stockés dans le sol pour une durée plus ou moins longue.
- **Son inertie assure un rôle tampon** : les variations brutales de température sont amorties (utilisation par le concept de puits canadien), les changements de composition de la solution du sol sont atténués, l'eau qui circule dans le sol est en partie purifiée, le sol participe aux échanges gazeux.

Mais ces fonctions sont peu présentes en ville car un large pourcentage des sols urbains et suburbains n'a aucun ou peu de contact avec l'atmosphère : la surface du sol est scellée par des bâtiments ou des revêtements divers, les échanges gazeux, la circulation de l'eau, les cycles biochimiques et géochimiques sont fortement perturbés, et l'action des micro-organismes n'est pas utilisée, voire leur survie est engagée.

Les sols des villes, matériaux ou support avant tout, subissent d'importantes compaction par les engins puissants de travaux publics puis par l'action du bâti ou du roulement motorisé. Leurs

[58] Sols urbains et suburbains : Nature, gestion et risques pour la santé humaine - Jean-Louis Morel (1), Christian de Kimpe

propriétés physiques évoluent irrémédiablement (compaction, imperméabilisation), les taux de pollution et les dynamiques biologiques ne sont pas maîtrisés. Planter en ville, c'est encore bien souvent creuser et remplir une fosse de plantation : la partie fertile du sol urbain se limite à une fosse de plantation dans un environnement inconnu et remplie d'une terre aléatoire, souvent importée. Les conséquences ne tardent pas à se faire sentir : échecs à la reprise, développement insuffisant de la végétation, mortalité précoce des peuplements et résultats paysagers parfois décevants.

Schéma de la partie souterraine des villes

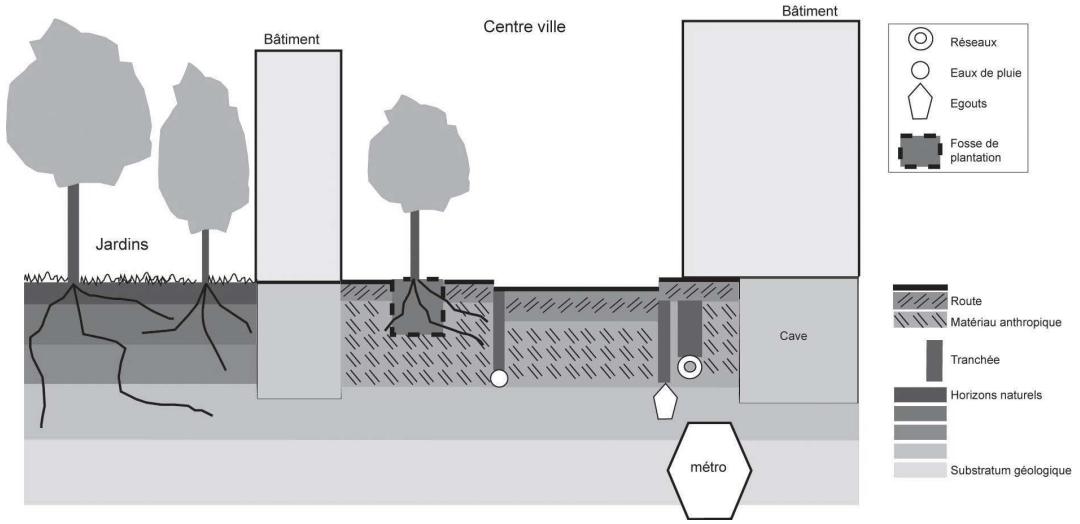


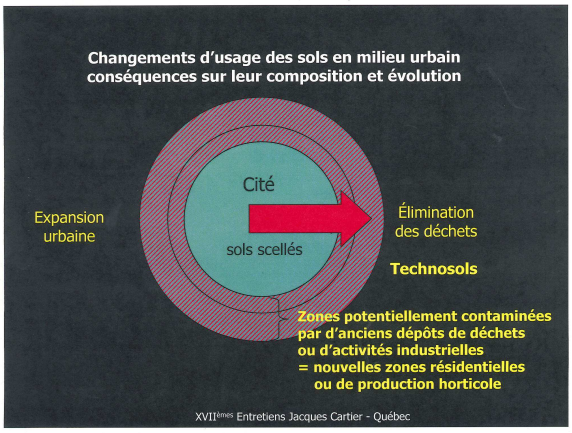

Schéma *Xavier Marié « Construire des sols fertiles en milieu urbain », dossier « Sols en milieu urbain » de la Lettre de l'Arboriculture n°38*

Aujourd'hui, collectivités et citadins cherchent davantage des solutions techniques pour aboutir à la réussite des plantations. Bien qu'il existe des produits standards commercialisés, des filières de recyclage et de valorisation locale existent et il est possible d'en tirer le meilleur parti technique, économique et environnemental.

Frédéric Ségur, à la direction de la Voirie au Grand Lyon[59], confirme le problème de la durabilité des plantations urbaines. En 1996, le renouvellement des arbres sur le territoire du Grand Lyon était de 50 % et concernait des sujets âgés de moins de 30 ans. Seuls 10 % des arbres renouvelés étaient centenaires. Le sol urbain est un enjeu d'objectifs contradictoires entre les ingénieurs de voirie et les paysagistes.

### b- Les sols urbains : la mémoire des activités humaines

Les humains et leurs activités génèrent des quantités considérables de débris et de déchets organiques et inorganiques, d'origines domestique et industrielle, qui sont souvent accumulés dans des sites d'enfouissement à la périphérie des villes, ou incinérés avec un coût supporté par la collectivité. Ainsi, au fur et à mesure que les


Changements d'usage des sols en milieu urbain
conséquences sur leur composition et évolution
Cité
Expansion urbaine
Élimination des déchets
sols scellés
Technosols
Zones potentiellement contaminées par d'anciens dépôts de déchets ou d'activités industrielles = nouvelles zones résidentielles ou de production horticole
XVIIèmes Entretiens Jacques Cartier - Québec

[59] « Les Sols urbains, support de la nature dans la ville », dossier « Sols en milieu urbain », la Lettre de l'arboriculteur, n°38

villes prennent de l'expansion, elles englobent des terres agricoles et des terres provenant d'un tissu complexe de sites naturels, de sites d'enfouissement et d'anciennes zones industriel-les périphériques. À l'intérieur des villes, et au gré de leur évolution, la planification urbaine est parfois revue, par exemple pour l'ouverture de grands axes de circulation. Des zones entièrement bâties peuvent parfois retrouver un usage récréatif et être réaménagées avec des zones de verdure.

Jean-Louis Morel a listé les éléments polluants qu'on peut retrouver dans les sols marqués par l'empreinte urbaine ou industrielle[60] :

- <u>polluants organiques</u> : hydrocarbures pétroliers, supercarburant, gasoil, kérosène, white spirit
  • HAP, BTEX, PCB, solvants halogénés
- ou <u>éléments en traces</u> :
  • métaux : Cu, Cr, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn - Cd, Hg, Pb...
  • non métaux : B, Se - As...
  • radionucléides : Am, Cs, Nb, Ni, Np, Pu, Sr, Tc, U, Zr...

Les 10 principaux polluants des sols industriels seuls ou en mélange sont les hydrocarbures (38 %) ; les HAP (hydrocarbure aromatique polycyclique) 15,93 % ; le plomb 15,90 % ; le zinc 10,20 % ; les solvants halogénés 12,93 % ; le chrome 13,48 % ; le cuivre 12,46 % ; l'arsenic 10,51 % ; le nickel 8,78 % ; le cadmium 5,70 %.

ENCART ENSAIA NANCY[61] Des travaux ont été menés pour déterminer la qualité des sols de jardins potagers, modèles de sols urbains, et en particulier leur niveau de contamination métallique. À 30 km à l'ouest de Sarrebruck, dans le nord-est de la France, 105 sols de jardins ont été échantillonnés et caractérisés. La biodisponibilité des métaux a été mesurée après culture de laitues. Les résultats montraient des variations fortement liées à l'intensité des pratiques de jardinage et non majoritairement à la proximité d'activités urbaines et industrielles. Néanmoins dans cette région minière, les sols de jardins présentaient des résidus de matériaux technologiques contribuant à l'augmentation des teneurs en métaux dans les terres de surface par rapport aux sols agricoles voisins. Localement, une acidification des sols de jardins en liaison avec des activités industrielles a entraîné une augmentation de la disponibilité des métaux sans induire une augmentation significative des teneurs totales.

Les sols de jardins sont potentiellement pollués par de nombreux intrants liés à une pratique agricole intensive. Il faut alors envisager des recommandations aux jardiniers pour limiter l'anthropisation des sols et pour prévenir ainsi les risques de transferts de polluants dans la chaîne alimentaire.

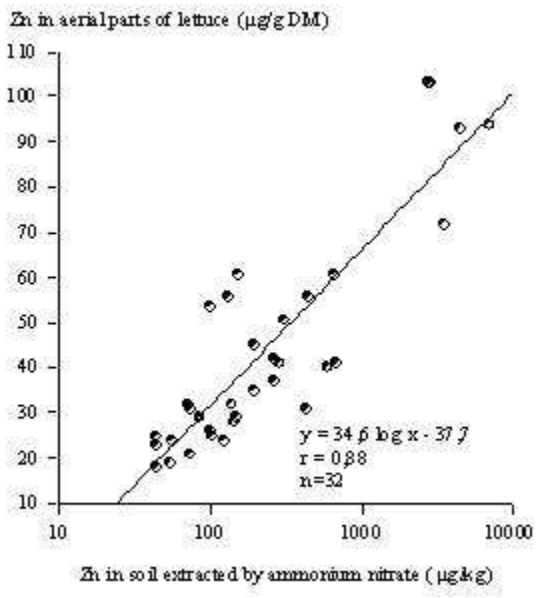



Figure : Zinc des sols de jardins et concentration en zinc des laitues

[60] « Pollution des sols et qualité des eaux et des récoltes », Jean-Louis Morel - Laboratoire Sols et Environnement INPL/INRA, XVII[es] Entretiens, Jacques Cartier - Québec

[61] « Qualité et gestion des sols de jardins familiaux », J.-L. Morel et C. Schwartz - 1999 -Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture

### c- Reconstituer la fonctionnalité sols : le compost urbain et vie microbienne

La fonctionnalité des sols est souvent associée à celle des végétaux. En limitant l'artificialisation des sols, il est possible de recouvrer une partie du rôle épurateur des sols (cf. page 28).

Pour leurs plantations urbaines et aménagements d'espaces verts, les villes ont besoin de « fabriquer » de la terre végétale, du substrat fertile. C'est un moyen de valoriser les déchets verts compostés. Les bois issus de la taille des arbres et arbustes sont utilisés comme couvert de plate-bande et ont un double effet : ce mulch garde l'humidité du sol et gène la levée des herbes indésirables.

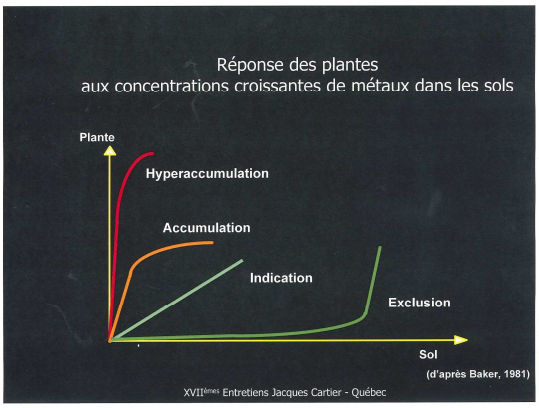
Le compostage du mélange boues de station d'épuration et déchets verts valoriserait au mieux les déchets urbains.

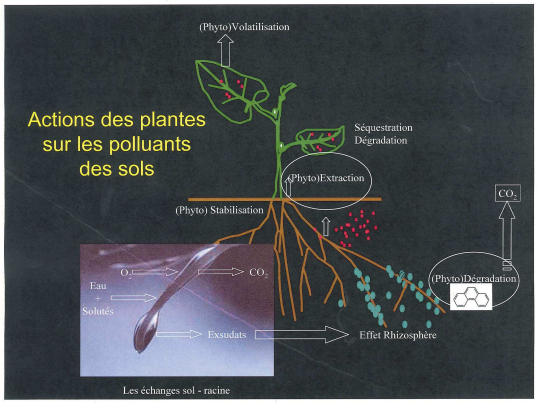
### d- La fonctionnalité sols dans les process postindustriels : phytoremédiation et géofiltration

Le premier acteur de la dégradation des polluants est la population de micro-organismes du sol. La plante est un intermédiaire qui favorise le développement de ces populations et le processus de dégradation dans le sol. Toutefois, les polluants peuvent être rendus inertes et stockés dans le sol sans être éliminés. Il y a alors un risque de restitution ou relargage[62].

Les végétaux sont utilisés pour dépolluer les sols ou pour réduire l'impact des polluants sur les fonctions du sol. Le processus de dépollution par les végétaux est appelé **phytoremédiation**[63].

La plante a également un rôle d'extraction : les polluants sont absorbés par les racines, puis passent dans la partie aérienne. La biomasse contaminée est ensuite traitée. C'est la phytoextraction. Certains éléments (mercure, sélénium) changent d'état chimique une fois passés dans les feuilles et se volatilisent. Tous les végétaux ne répondent pas de façon identique à la pollution d'un sol : ceux qui ont une capacité d'hyperaccumulation sont utilisés, car ils montrent une grande tolérance aux métaux.




Ces plantes poussent naturellement, à l'état sauvage, dans les zones qui rencontrent des affleurements enrichis en minéraux (cadmium, plomb, zinc). Le traitement de la biomasse ayant accumulé ces polluants doit être effectué de façon adéquate.

---

62 « Les Pesticides au quotidien », « Les Sols, un rôle épurateur intéressant » : Rapports techniques Alterre Bourgogne – septembre 2009

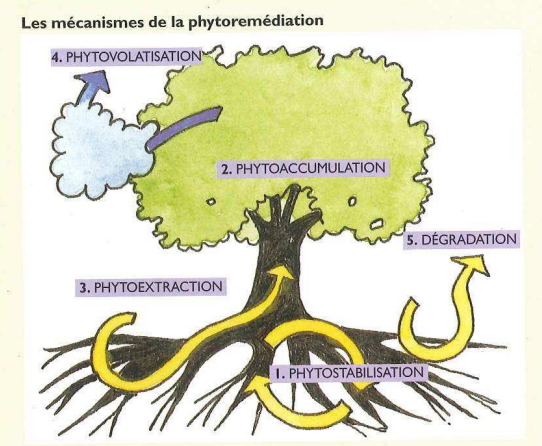
63 « Pollution des sols et qualité des eaux et des récoltes », Jean-Louis Morel - Laboratoire Sols et Environnement INPL/INRA XVII$^{es}$ Entretiens, Jacques Cartier - Québec

La phytoremédiation s'applique à deux grandes catégories de polluants :

- les polluants organiques (hydrocarbures lourds, huiles, pétrole, pesticides…) : Les recherches sont en cours pour mieux comprendre et connaître les phénomènes biologiques ;
- les polluants minéraux (plomb, cadmium, zinc, arsenic…).

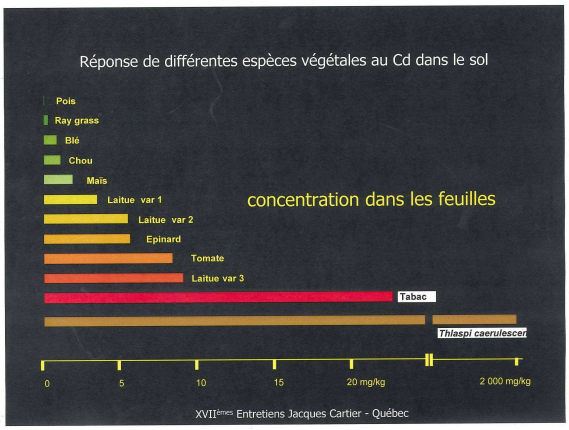
*Les mécanismes de phytoremédiation*

*Source : « L'Eau à la maison, mode d'emploi écologique » - S. Cabrit-Leclerc*



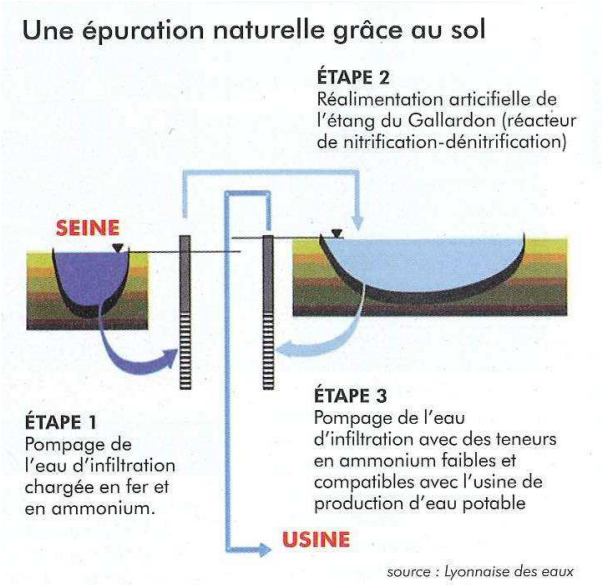

Exemple d'accumulation d'un élément (le cadmium) par les végétaux

source : J.-L. Morel, INRA Nancy




La restauration d'un sol est plus ou moins rapide selon les types de sols considérés et leur degré d'activité biologique[64]. La résilience du système sol serait liée à son niveau fonctionnel, notamment au plan de l'activité des micro-organismes. Il existerait un seuil de résilience, au-delà duquel le sol change irréversiblement d'état.

Une bonne structure du sol assure un bon équilibre entre matière minérale, eau et air. C'est cet équilibre qui permet la biodiversité des organismes du sol et une vie végétale. Retrouver une bonne structure pour ces sols fortement anthropisés nécessite du temps pour que les végétaux (les arbres le plus fréquemment) reconstituent progressivement les propriétés physiques du sol. À notre connaissance, il n'y a pas d'actions porteuses de cet enjeu.


Une épuration naturelle grâce au sol
ÉTAPE 2
Réalimentation artificielle de l'étang du Gallardon (réacteur de nitrification-dénitrification)
SEINE
ÉTAPE 1
Pompage de l'eau d'infiltration chargée en fer et en ammonium.
ÉTAPE 3
Pompage de l'eau d'infiltration avec des teneurs en ammonium faibles et compatibles avec l'usine de production d'eau potable
USINE
source : Lyonnaise des eaux

**La géofiltration** utilise les pouvoirs filtrants du sol pour éliminer les polluants en amont des usines de potabilisation d'eau. (Extrait Environnement Magazine n°1687, mai 2010)

[64] « Le sol, un milieu complexe au pouvoir épurateur limité » JP. Camuzard, ENGREF Paris

## 2.3 L'économie de la nature en ville : première approche

*La nature en ville (espaces verts, jardins publics et privés…) est une économie en soi, avec ses filières de production et de services : production de plants, de terreau ou de fertilisants (organiques ou non), de produits phytosanitaires ou d'entretien… ; services d'aménagement, d'entretien, de conception architecturale, etc.*

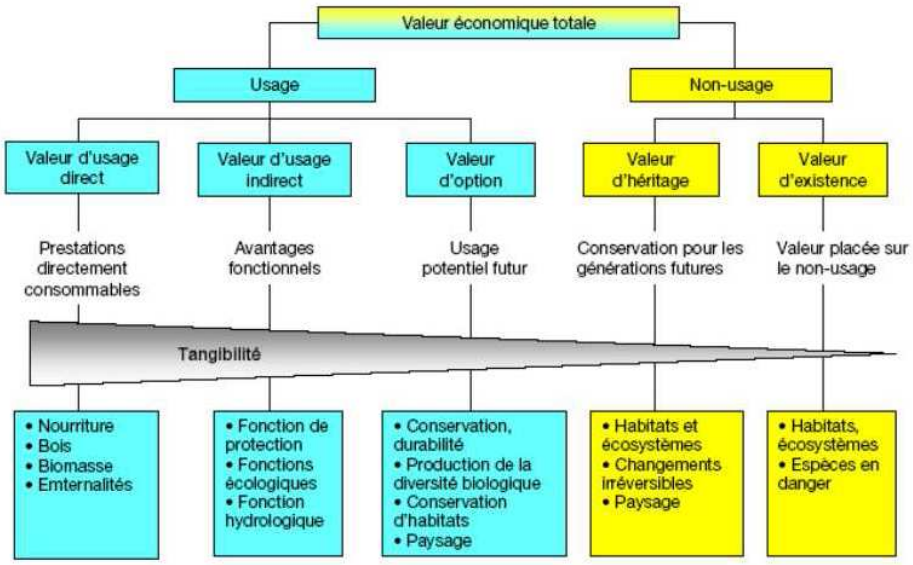
*En dehors de cette économie de marché, lorsqu'on évoque l'aspect économique de la nature, on parle plus largement des aménités. En effet, la présence de la nature offre directement ou indirectement agrément et plaisir « gratuit ». Le jardinier calcule rarement le prix de revient de ses produits, légumes et fleurs, et s'il le fait, il intègre rarement toute les données économiques (amortissement du matériel, coûts du foncier par exemple). Les plantations et leur entretien dans les espaces collectifs ou privatifs ont un coût économique supporté par la collectivité, l'entreprise ou la copropriété. Peu de données existent pour chiffrer leur contrepartie en matière de bénéfices pour les citoyens ou pour la ville elle-même. C'est cette « gratuité » qu'on cherche à estimer. Devant le prix du m² du foncier urbain et la pression en demande immobilière, il n'est pas toujours facile pour une collectivité d'opter pour l'aménagement d'un espace vert ayant d'autre objet que l'embellissement des immeubles.*

### 2.3.1 Comment estimer la valeur des biens et services rendus par la nature en ville

L'estimation d'un bien se fait soit par la valeur qui lui est attribuée, soit à travers les coûts générés pour le produire. Différentes méthodes existent pour tenter de donner une valeur aux biens et services offerts par la biodiversité[65].

La classification par les valeurs d'usage et de non-usage est souvent utilisée. Elle fait référence aux valeurs anthropocentrées, analyse développée par Turner et al. (2003). S'agissant de la nature urbaine, cette approche garde toute sa pertinence, du fait du caractère indéniablement anthropocentré de la Ville. La nature en ville a une valeur d'usage direct (sport, détente…) ou indirect (services de régulation, pédagogie…). Une autre valeur peut lui être attribuée, davantage patrimoniale, appelée de non-usage.

*Schéma des valeurs des services écosystèmiques*




[65] « Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes », Centre d'Analyse stratégique - MEDD - Rapport du groupe de travail présidé par Bernard Chevassus-au-Louis

Différents méthodes permettent d'approcher ces valeurs d'actif de la nature. Nous en avons retenu quelques unes qui concernent essentiellement la valeur d'usage, direct ou indirect :

- Maintenir les services que rend la nature engendrerait des coûts. Ces coûts doivent couvrir le remplacement, la restauration ou la relocalisation de ces services, ce sont **les coûts de reconstitution** du bien.
  - C'est l'exemple des **coûts de restauration** des friches urbaines.
  - Si on remplace les services de la nature par des moyens artificiels, le coût de ceux-ci permettent d'estimer **les coûts évités**. Ce sont les exemples des calculs de rénovation des rues de Modesto ou d'économie de frais de santé à Sacramento.

- Les méthodes indirectes sont plus complexes à mettre en œuvre pour les calculs. Mais elles présentent l'intérêt de mieux intégrer les valeurs de non-usage. L'appréciation des services rendus se fait par les **préférences révélées**.
  - Les **prix hédonistes,** comme ceux de la valorisation immobilière à proximité d'un espace vert, relèvent de cette méthode. L'estimation des dépenses de jardinages ou d'entretien d'espaces verts peuvent aussi êter considérés comme des prix hédonistes.
  - Les **coûts de déplacement** sont aussi un indicateur de préférence (le déplacement que font les citadins pour aller à un parc ou un jardin botanique par exemple).

- Il est possible aussi d'approcher la valeur de la nature par enquête, sur le bien que les citoyens sont prêts à payer pour préserver ou obtenir les services rendus. C'est **l'évaluation contingente**, une méthode indirecte de **préférences déclarées**.

### 2.3.2 Maintenir les services : coûts de réparation et coûts évités

#### a- Les coûts de réparation pour une valeur d'option et d'héritage : les friches industrielles et urbaines

Les friches urbaines ou industrielles dissuadent investisseurs, ou entrepreneurs de s'installer. Elles contribuent à dévaloriser sur le long terme les secteurs géographiques concernés. Pour redonner de l'attractivité à ces zones dépréciées, il est nécessaire de dépolluer les sols après expertise du niveau de pollution ambiant, puis d'aménager ces zones de façon attractive, en espace vert. La dépollution des sols peut se faire par une phytoremédiation. C'est une opération qui demande quelques années. Le préverdissement consiste ensuite à supprimer le caractère rebutant des friches par un traitement paysager. Les potentialités naturelles du terrain (topographie, exposition, visuel…) sont utilisées au mieux par l'architecte paysagiste[66].

Cette opération a un coût : les terrains n'ont pas encore de valeur marchande et les frais de remise en état ne sont pas pris en compte dans les opérations d'urbanisation ou de construction. La durée de l'opération de remise en valeur suppose que la collectivité ait une stratégie ferme de valorisation de son territoire sur le long terme. Redonner de la valeur et de l'attractivité économique relève d'un choix, d'une option d'usage potentiel futur, mais aussi d'un choix de préservation pour les générations futures.

[66] Paysage paysages

### b- Analyse coûts/bénéfices par les coûts évités des avantages fonctionnels

Lorsqu'il s'agit de prendre la décision de supprimer un espace vert, par exemple, ou de l'agrandir ou au contraire de ne rien faire, on compare les coûts de ces différentes opérations par la méthode coûts/bénéfices à partir de la valeur actualisée nette. Voici quelques exemples américains, rapportés par Robert Perroulaz de la Haute École du paysage de Genève[67] :

- La ville de Sacramento justifie ses charges d'entretien d'espaces verts en chiffrant la différence de coût de santé entre les personnes pratiquant régulièrement un sport dans ses espaces verts des personnes inactives. Cette différence moyenne est estimée à 250$ pour des personnes de moins de 65 ans, et 500 $ au-delà.

- En Caroline du Nord, la ville de Charlotte a calculé le bénéfice comptable de ses arbres, l'équivalent d'un arbre pour sept habitants. Le bénéfice principal porte sur la captation des eaux de ruissellement par les arbres, donc sur une économie sur la mise en place et l'entretien des canalisations nécessaires (24 $ par arbre). L'économie de climatisation grâce à l'ombre des arbres a également été chiffrée (11 $ par arbre). La ville a même estimé la séquestration de $CO_2$ au regard d'autres techniques de réduction de GES (bénéfice estimé : 2,33 $ par arbre et par an). La comptabilité a également intégré la purification de l'air, réduction des niveaux d'ozone, de dioxyde d'azote, de dioxyde de soufre et de particules fines. La plus-value esthétique et l'augmentation de la valeur de l'immobilier arboré ont également été intégrées dans ces calculs.

- La ville de Washington DC estime le bénéfice de la purification de l'air par les arbres en se basant sur les dépenses d'inspection et de mise en place de filtres à particules. Avec cette méthode de calcul, l'arbre retient pour 4,16 $ de particules fines par an.

- Enfin, le chiffrage de Modesto en Californie porte sur l'entretien des routes. Dans cette ville, les températures caniculaires sont fréquentes l'été, et altèrent les revêtements de chaussée. Le revêtement bitumineux des rues sans arbres a été refait 6 fois en 30 ans. La fréquence est réduite à 5 fois pour les rues bordées de petits arbres et 2,5 fois si la rue est recouverte par l'ombre des arbres. Le prix de la réfection du revêtement bitumineux a été estimé à 2,04 $ par m². On en déduit les économies possibles en plantant des arbres le long des boulevards de la ville.

Ces exemples de chiffrages relèvent de l'estimation des avantages fonctionnels. Ils cherchent à justifier les dépenses publiques, dépenses auxquelles les américains sont culturellement réticents. Dans chacun de ces cas, un ou plusieurs services environnementaux ont été chiffrés en fonction du service monétarisé auquel la nature se substitue. Si ces exemples ne sont pas tout à fait transférables à notre culture française, ces calculs ont l'avantage de prendre en compte des services indirects tangibles, comme la rénovation de bitume des routes, ou des économies de climatisation. De telles approches pourraient être faites par scénarios.

[67] http://urbanites.rsr.ch/laboratoire-de-la-ville-du-futur/

### 2.3.3 Estimation indirecte de la valeur : coûts hédonistes et coûts de déplacement

#### a- Le marché du jardinage et des espaces verts

**Le marché du jardinage est révélateur** de l'intérêt porté par les citoyens à la nature de proximité. C'est aujourd'hui un marché en pleine expansion. Près de 90 % des foyers français sont des consommateurs pour leur jardin ou leur intérieur. Ce marché est en forte évolution, + 19 % en 10 ans, et atteint 6,12 milliards d'euros en chiffre d'affaires national. 30 % de ce marché concernent les végétaux d'extérieur et les produits de jardin. Le secteur du paysage est lui aussi en expansion. Il pèse aujourd'hui quelques 4 milliards d'euros de chiffre d'affaires et a augmenté d'un quart en cinq ans. Les municipalités allouent en moyenne 4 à 5 % de leur budget aux espaces verts, soit près de la moitié de leurs dépenses pour l'environnement. Les dépenses d'entretien et d'aménagement des espaces verts sont estimées à 3,5 milliards d'euros et sont très peu supportées par les structures intercommunales. 65 000 agents des collectivités sont affectés à ce service. Les besoins en formation sur les nouvelles techniques (gestion différenciée, zéro phyto, choix d'espèces autochtones…) est actuellement important.

#### b- L'évaluation indirecte par les prix hédonistes : proximité d'espace vert et plus-value immobilière

Pendant longtemps considérée comme un critère accessoire dans les choix résidentiels, la qualité de l'environnement s'affirme aujourd'hui dans les enquêtes d'opinion[68].

La proximité des espaces verts semble attractive pour les choix résidentiels et se traduit par une valorisation de l'immobilier. Pour chiffrer cette aménité, les chercheurs de l'UMR GRANEM d'Angers ont réalisé une étude des prix hédonistes[69] : ils ont estimé la différence de valeur entre transactions immobilières à proximité d'espaces verts ou non. Certains enseignements s'en dégagent :

- La proximité d'un espace vert a un effet positif sur le choix résidentiel : un rapprochement de 100 mètres conduit a une augmentation de 1,4 % du prix moyen de vente.
- Une augmentation de 10 % de la densité d'espaces verts dans un rayon de 1 000 m autour de l'appartement conduit à une hausse du prix de1,6%.
- La préférence se porte sur les espaces verts de petite densité (ce qui confirme les résultats de l'enquête lyonnaise sur l'importance des squares de proximité) : les zones denses en espaces verts de plus petite superficie sont plus attractives que les zones où le nombre d'espaces verts est plus faible mais de taille plus importante.
- La diversité du paysage dans un rayon de 100 mètres autour de l'appartement conduit à une hausse du prix de vente.

[68] « Facteurs environnementaux de proximité et choix résidentiels », Sandrine Gueymard – rappel de l'enquête Le moniteur/TNS Sofres 2003

[69] « La Capitalisation immobilière des espaces verts dans la ville d'Angers : une approche hédoniste », Johanna Choumert, Muriel Travers - 2005

Ces observations sont confirmées par Jean Cavailhès[70] dans le périurbain dijonnais. L'étude ne porte plus sur le prix des appartements mais sur des maisons du périurbain dans un périmètre de 30 km autour de Dijon. L'analyse porte sur le prix hédoniste de la vue d'un paysage :

- C'est la proximité directe qui a un prix : l'évolution des prix n'est plus significative au-delà de 70 mètres autour des maisons ;
- Un are de feuillus supplémentaire vu dans cette proximité de 70 mètres a un prix hédoniste de 1 100 € ;
- La forme des feuillus a un effet significatif sur le prix : une tache supplémentaire de feuillus dans un rayon de 70 mètres a un prix de 660 € ;
- à l'inverse, le prix de la longueur des lisières de feuillus est négatif : - 25 € ;
- les cultures vues entre 70 et 140 mètres ont un prix hédoniste de 45 € par are supplémentaire, et les prés 16€ par are supplémentaire dans une proximité de 140 à 280 m de la maison.

Toutefois, Jean Cavailhès précise que le prix du paysage dans le périurbain n'intervient que pour 1 à 5 % dans le prix du logement.

### c- Les préférences révélées par les coûts de déplacement : cas de l'habitat périurbain

Le choix de l'habitat en périurbain est complexe. Il résulte d'une estimation coût global habitat/transport, comme le rappelle Jean Cavailhès. Cependant, la recherche d'aménités paysagères contribuerait aussi à expliquer la périurbanisation[71]. Les causes de l'extension des villes ont longtemps été recherchées du côté du *push* (dégradation des centres urbains, ghettoïsation…). Aujourd'hui, c'est le *pull* qui retient l'attraction, ce que traduit l'urbaniste Yves Challas en parlant de la monumentalité du périurbain.

Jean-Pierre Orfeuil a évoqué l'effet barbecue (2002) pour exprimer le fait que les périurbains restent plus volontiers chez eux le week end et pendant les vacances que les urbains intramuros, alors qu'ils ont plus de frais de déplacement en semaine. Aussi, les habitants du périurbain se déplacent beaucoup moins en dehors des trajets contraints (moins de déplacements de loisirs, de départs en week-end ou de vacances). Au final, le bilan des déplacements, notamment en termes d'émission de gaz à effet de serre, est controversé, comme le rappelle Jean Cavailhès[72].

### d- Le coût de la qualité du cadre de vie : évaluation indirecte des préférences

Globalement le consentement à payer (CAP) pour la proximité d'un espace vert s'exprime par la valorisation des logements à proximité (prix hédoniste). Il existe d'autres formes de paiement, comme la taxe d'habitation.

[70] « Le Prix des paysages périurbains », Jean Cavailhès - 2007

[71] « Le Prix des paysages périurbains », Jean Cavailhès – Économie rurale – n$^{os}$ 297-298 - 2007

[72] Jean Cavailhès, conférence mobilité 2009 – Alterre Bourgogne

L'évaluation contingente permet d'estimer le prix que les citoyens sont prêts à payer pour bénéficier des services récréatifs (valeur d'usage) et esthétiques (valeur de non-usage) d'un espace vert ou d'un paysage par exemple. Une étude a été menée sur le parc Balzac d'Angers[73]. Le chiffrage a porté sur le consentement à payer (CAP) sur deux secteurs du parc, l'un fleuri qui correspond à une recherche de cadre de vie (balade, considérations esthétiques, lecture…), l'autre arboré qui met en avant les préférences d'usage (pique-nique, sortie avec les enfants, sport...). Le supplément de taxe d'habitation que les habitants sont prêts à payer avoisine 1,50 € en moyenne. Les CAP les plus élevés concernent les sorties pour pique-nique et les promenades entre amis ou en famille. Les usages sportifs font l'objet d'un CAP relativement faible (0,80 €). Des écarts importants entourent ces moyennes.

Les facteurs personnels, comme l'ancrage communal, les représentations qu'un individu a de la nature et l'usage des espaces verts, influent sur les choix résidentiels et les CAP, selon Sandrine Gueymard[74] :

- Les individus d'origine rurale privilégient le retour à un habitat à proximité de la nature ;
- Les individus mettant en avant un agrément d'usage (promenade, détente…) prennent davantage en considération le critère proximité d'un espace vert dans leur choix résidentiel.
- À l'inverse, ceux manifestant un agrément dans leur non-usage (calme, vue, verdure…) n'ont pas pris ce critère en considération dans leur choix.
- La fréquentation de l'espace vert est d'autant plus régulière et plus fréquente que l'habitat est proche.

### 2.3.4 Conclusion : les valeurs de la nature en ville

*Il est difficile d'estimer la valeur des services rendus par la nature en ville. Celle-ci a une valeur d'usage direct (sport, détente, production de légumes et de fleurs…) et indirect (régulation thermique ou hydrique, dépollution, agrément, pédagogie…). Une autre valeur peut lui être attribuée, davantage patrimoniale pour les générations futures, appelée valeur de non-usage. Plusieurs méthodes existent pour en faire l'estimation, bien qu'encore peu pratiquées.*

*Une évaluation des services rendus par la nature en ville contribuerait à compléter les prises de décision.*

[73] « Évaluation contingente d'aménités paysagères liées à un espace vert urbain. Une application au cas du parc Balzac de la ville d'Angers », W. Oueslati, N.Madariaga, J. Salanié - GRANEM, Angers - 2008

[74] « Facteurs environnementaux de proximité et choix résidentiels », Sandrine Gueymard – Institut d'Urbanisme de Paris - 2006

## 2.4 Conclusions

Le milieu urbain est un milieu hautement artificialisé qui concentre une grande partie de l'activité humaine. Les fonctionnalités de la nature permettent de concilier agrément de vie et limitation des pollutions : les arbres pour filtrer l'air et faire de l'ombre ; les aménagements d'abris pour les oiseaux pour limiter les pullulations d'insectes ou de rongeurs ; l'engazonnement d'allées ou de toitures végétalisées pour absorber l'eau et pour apporter du confort thermique…

La nature urbaine a un rôle de régulation et atténue les pressions exercées par la ville. Toutefois, pour utiliser au mieux les fonctions écosystèmiques de la nature, il convient de ne pas aggraver les pressions lors de l'entretien des espaces de nature (emploi de pesticides pour l'entretien notamment). Les services apportés peuvent se résumer dans le schéma ci-dessous.